PERIODICAL Nankai Regional Fish. Res. Lab. Report
#7

REPORT OF NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 7

NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SANBASHIDORI, KOCHI, JAPAN

FEBRUARY, 1958

MAY 1958
LIBRARY
POFI
FISH & WILDLIFE SERVICE

南海区水産研究所報告

第 7 号

南海区水産研究所

高知市桟橋通り

昭和33年2月

目　次

南海及び内海域のカタクチの発生，成育の型について …… 浅見　忠彦 …… 1

海洋に於ける卵，稚仔の拡散，収斂の状況について－Ⅰ. …… 浅見　忠彦 …… 19

魚群調査に於ける各魚種の混在状況について（第1報） …… 神浦　藤雄 …… 30

北部太平洋のメカヂキの釣獲率の変動 …… 山中　一 …… 37

東部印度洋で漁獲されるインドマグロの漁況 …… 三村　皓哉 …… 49

印度洋のキハダ漁況
　特に釣獲率と体長組成の経年変化 …… 三村　皓哉 …… 59

西部太平洋赤道海域におけるキハダとメバチの食餌組成の相違について …… 渡辺　久也 …… 72

キハダの研究－Ⅱ.
　東カロリン諸島沿海における体長組成 …… 藪田洋一・行縄茂理 …… 82

キハダの研究－Ⅲ.
　釣獲率及体長組成にみられる経年変化（赤道太平洋） ……
　藪田洋一・安楽　昇・行縄茂理 …… 88

マグロ延縄操業の資料から魚群量を推定するこころみ－Ⅰ.
　鈎1000本当り漁獲量の分布と，その変動に関する2，3の考察 …… 須田　明 …… 105

マグロ延縄操業の資料から魚群量を推定するこころみ－Ⅱ.
　階層の大きさの吟味 …… 須田　明 …… 127

Translations of Checked Items in Reprint File

CONTENTS

On the Patterns of Development and Growth of Japanese Anchovy along the Coast of Nankai and Naikai Regions of Japan ········· Tadahiko ASAMI ······ 1

On the Condition of Dispersal and Clustering of Fish Eggs in the Sea — I. ··························· Tadahiko ASAMI ······ 19

Mixing Status of Several Fish Species as Revealed by Fish School Research ································ Fujio KAMIURA ······ 30

Valiability of Hooked Rates for Broadbill Swordfish in the North Pacific ·················· Hajime YAMANAKA ······ 37

✓ ✓ Fishing Condition of the so-called Indo-magro (*Thinnus maccoyi?*) in the Eastern Seas of the Indian Ocean ······························ Koya MIMURA ······ 49 ✓

✓ ✓ Study of the Fishing Condition of the Yellowfin in the Indian Ocean, especially on the annual differences of the Hooked-rate and Size Composition. ··· Koya MIMURA ······ 59 ✓

✓ ✓ On the difference of the stomach contents of the yellowfin and bigeye tunas from the western equatorial Pacific ········ Hisaya WATANABE ······ 72 ✓

✓ ✓ Studies on the Yellowfin Tuna — II. Size compositions in the adjacent waters of the east Carolines. ············ Yōichi YABUTA, Mori YUKINAWA ······ 82 ✓

✓ ✓ Studies on the Yellowfin Tuna — III. Annual variations of the size composition and the hooked-rate of yellowfin tuna distributing in equatorial Pacific ·············· Yōichi YABUTA, Noboru ANRAKU, Mori YUKINAWA ······ 88 ✓

✓ ✓ Attempts at Estimating the Abundance of Fish Population from the Data of Tuna Long Line Fishery — I. ····························· Akira SUDA ······ 106

✓ ✓ Attempts at Estimating the Abundance of Fish Population from the Data of Tuna Long Line Fishery — II. ····························· Akira SUDA ······ 127

南海及び内海域のカタクチの発生，成育の型について *

浅　見　忠　彦

On the Patterns of Development and Growth of Japanese Anchovy along the Coast of Nankai and Naikai Regions of Japan.

Tadahiko ASAMI

1) This paper deals with patterns of development and growth of Japanese Anchovy along the coast of Nankai and Naikai regions based on data of vertebral number of Anchovy "fry".

2) Four patterns are seen in the seasonal variation of mean vertebral number of the material.

Type Ⅰ …… Seasonal variation of mean vertebral number is least and continious : region of open sea (Hyuga Nada and Tosa Wan).

Type Ⅱ …… The same is less than either that of type Ⅲ or Ⅳ, but discontinious : the east side of Bungo Suido and Kii Suido.

Type Ⅲ …… It is rather wide, and mean vertebral number of the Spring fry resembles those of Types Ⅰ and Ⅱ, but that of the Autumnal is low : inland region.

Type Ⅳ …… Rather wide, but with high vertebral number of the Spring fry : the west side of Bungo Suido and Kii Suido.

3) The courses of recruitment of Anchovy fry are of four modes corresponding to these four types.

は　し　が　き

カタクチイワシの脊椎骨数の変異についての研究は，多くの研究者によって行われている。その意図するところは，主として，種族の相違の検定，魚群の発生環境の差の検出等であって，

1）相川教授が，春仔と秋仔の両系統の脊椎骨数の差を認めていること。

2）横田，古川両氏が，発生時の環境(主として水温)によって平均脊椎骨数が決定されるとしていること。

に大別され，この両研究の結果は，安村，渡辺，林，浅見・花岡等によってたしかめられ，基本的に相違のない研究が行われている。

昭和25年以降，南海域及び内海域の各調査地で，カタクチイワシについての調査が行われ，その脊椎骨数算定資料が，関係水研，各県水試より公表されている。今回の研究は，これらの資料を用いて，カタクチシラスの脊椎骨数変異に関する項目を整理し，平均脊椎骨数の季節変異の型を検討し，カタクチイワシの発生成育の機構について考察を加えた。

標本採集地点は第1図に，又用いた資料の概数は第1表に示す。本研究に際し，種々御指導を賜り，資料の一部を貸与された横田資源部長及び，資料整理に助力を頂いた沿岸資源部員各位に感謝します。

§1. カタクチシラスの平均脊椎骨数の変化の型

ある1つの地点なり，小地域内に於て採集されたシラスの平均脊椎骨数の季節変化は，略々同じ形を示す。

* 南海区水産研究所業績 第106号

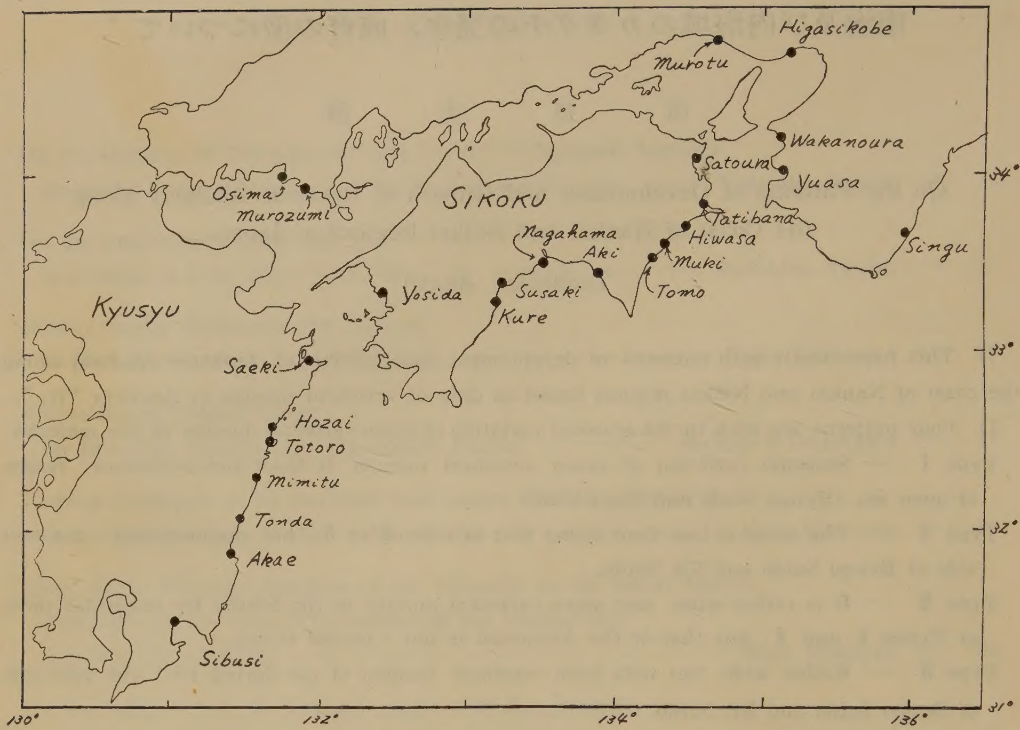


Fig. 1 Map showing stations for sampling Anchovy fry.

Table 1. The sampling number of Anchovy "fry" for count of vertebral number.

Locality / Year	Sibusi	Akae	Tonda & mimitu	Totoro	Hozai	Saeki	Osima & Murozumi	Yosida	Tosa Wan	Tokusima (Pacific sida)	〃 (Inland side)	Hyogo pref.	Yuasa & Wakanoura	Singu	Total
1950	3	4	11	73	1	—	—	—	—	9	17	—	7	4	129
51	24	12	28	41	25	4	—	—	30	3	—	—	—	—	167
52	3	—	11	38	23	—	—	—	20	3	—	—	—	—	98
53	3	—	—	37	5	—	22	—	—	—	9	—	—	—	67
54	—	3	—	32	—	—	13	11	—	—	—	—	—	—	59
55	—	35	—	85	14	—	18	—	—	—	—	—	6	—	158
56	—	64	—	79	27	—	—	—	—	—	—	18	41	13	242
Total	29	118	50	385	95	4	53	11	50	15	26	18	54	17	925

このことは，林繁一氏，渡辺和春氏等によって報告されており，筆者も，宮崎県沿岸のものについてこのことを報告した。即ち，宮崎県沿岸のものについては，3，4月に，平均脊椎骨数の極大値，9，10月に極小値をもつ，正弦曲線に類似した周年変化の型が得られる。この形は後述するように，同一採集地であっても年によって僅かな差違があり，又，採集地点によってもこの形が異る。この点に着目して考察を進める。

ここで取扱ったシラスとは，前の報告* で基準を示したように，発生後0.5〜1.5カ月と推定される平均体長4.1cm以下のものをさす。又，特に平均脊椎骨数資料の少い調査地点の場合は，発生後1.5〜2.5カ月と思

* 浅見，花岡，1956：「いわし」類の脊椎骨数について，南水研報告，No. 5

われる4.1〜5.3cmのものをとって，１カ月前のシラスの平均脊椎骨数資料の中に組入れてある。*

今，採集地点又は小地域別に，1950〜1956年の全資料を用いて，平均脊椎骨数の頻度分布を月別に示すと第２表のようになる。

Total 2. Frequency distribution of mean value of the vertebral number (Anchovy "fry")

Singu，1950〜1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
45.50	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
.35	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—
.30	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
.20	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1
.15	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.10	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.05	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	3	—	7	—	1	—	5	—	2
$\bar{x}$	—	—	—	45.380	—	45.233	—	45.200	—	45.426	—	45.255

Yuasa & Wakanoura，1950〜1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—
.45	—	—	—	1	1	—	1	—	1	1	—	—
.40	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
.35	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
.30	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	1	1	1	1	—	1	—	1	1
.20	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	1	1
.15	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—
.10	—	—	—	—	—	1	2	1	1	2	1	—
.05	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	1	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* 脊椎骨数の算定，資料の整理等には相当の誤差をともなうことと覚悟しなければならず，土井氏の指摘される情報エントロピーの増大は，已むを得ないと考える。これは今回は考慮していない。

44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	4	6	5	7	4	10	8	7	3
x̄	—	—	—	45.378	45.384	45.324	45.197	45.072	45.127	45.130	45.157	45.177

Hyogo Pref. (Higasikobe & Murotu), 1950〜1956

x	Jan.	Eeb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.45	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.35	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
.20	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
n	—	—	—	1	5	1	3	1	1	6	—	—
x̄	—	—	—	45.340	45.330	45.470	44.967	44.970	44.900	44.778	—	—

Tokusima Pref. (Inland side), 1950〜1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
.40	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1
.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—
44.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	2	1	—	—	1	1	9	7	5
x̄	—	—	—	45.700	45.850	—	—	45.560	45.400	45.190	45.056	45.164

Tokusima Pref. (Pacific side), 1950~1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—
.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
.35	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
.30	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1
45.25	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
.20	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.15	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	—	3	4	3	—	2	1	—	2
x̄	—	—	—	—	45.407	45.475	45.317	—	45.365	45.300	—	45.275

Tosa Wan, 1950~1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.45	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—
.35	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	1
.30	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—
45.25	—	—	—	—	2	1	1	5	—	—	—	—
.20	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	1	1
.15	1	—	—	1	1	1	—	3	—	—	1	—
.10	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	1
.05	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—
45.00	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—
44.95	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	1	—	—	7	15	6	3	13	2	1	2	3
x̄	45.150	—	—	45.279	45.343	45.175	45.250	45.185	45.000	45.000	45.175	45.216

Yosida, 1954

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.35	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
.30	—	—	—	2	1	2	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.20	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.10	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	5	4	2	—	—	—	—	—	—
$\bar{x}$	—	—	—	45.260	45.338	45.300	—	—	—	—	—	—

Osima & Murozumi, 1950~1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.45	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
.35	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—
.20	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
.15	—	—	—	—	—	1	2	2	1	—	—	—
.10	—	—	—	—	—	—	—	3	1	2	—	1
.05	—	—	—	—	—	—	3	2	3	4	—	3
45.00	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	2	1
.95	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
44.85	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	—	1	5	11	13	8	8	2	5
$\bar{x}$	—	—	—	—	45.260	45.370	45.166	45.069	45.045	45.032	45.000	45.042

Saeki, 1951

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
.35	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
.30	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
45.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
$\bar{x}$	—	—	—	—	45.557	45.327	—	—	—	—	—	—

Hozai, 1950~1956

z	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
.55	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1
.45	2	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	1
.40	1	—	—	5	2	—	—	—	—	—	3	3
.35	—	—	—	1	2	—	—	1	—	—	—	4
.30	—	—	—	—	1	—	—	3	1	—	1	4
45.25	2	—	—	1	—	—	1	—	—	—	2	6
.20	1	—	—	2	1	—	—	1	—	—	1	6
.15	2	—	—	—	1	—	—	1	2	—	2	2
.10	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	2	2
.05	—	—	—	1	—	—	—	—	1	3	3	2
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	8	—	—	14	10	—	1	7	5	7	16	33
$\bar{x}$	45.288	—	—	45.352	45.360	—	45.250	45.243	45.120	45.043	45.169	45.258

Totoro, 1950~1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
.55	1	1	—	1	2	1	—	—	—	—	—	1
45.50	1	—	—	5	1	2	—	—	—	—	—	1
.45	4	—	2	1	4	1	—	1	—	—	1	4
.40	4	2	—	1	5	—	3	—	—	—	1	2
.35	2	1	3	3	4	3	1	1	—	—	—	5
.30	3	4	2	3	3	3	2	2	1	1	4	8
45.25	9	4	—	—	2	4	4	6	7	2	7	10
.20	3	3	1	5	2	3	1	11	6	4	8	12
.15	2	3	1	2	1	2	5	3	5	3	10	7
45.10	—	—	—	1	1	5	3	2	4	3	4	6
.05	1	1	—	—	1	2	1	5	4	5	7	7
45.00	1	—	—	—	2	—	3	2	5	1	2	4
.96	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	4	2
.90	—	—	—	—	1	2	1	1	1	2	—	1
.85	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	1	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	32	21	9	24	31	30	29	36	38	24	49	70
x̄	45.325	45.306	45.322	45.362	45.326	45.245	45.131	45.151	45.091	45.098	45.149	45.207

Mimitu & Tonda, 1950~1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.45	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1
.35	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
.30	3	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1
45.25	2	3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2
.20	1	—	—	1	1	—	1	2	—	—	—	1
.15	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	3
.10	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	1	2
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	9	7	1	6	5	1	2	3	1	—	3	11
x̄	45.283	45.314	45.650	45.362	45.230	45.300	45.225	45.150	45.100	—	45.050	45.218

Akae, 1950～1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
.60	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
45.50	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	2
.45	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	3	1
.40	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	2
.35	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	2	8
.30	—	—	1	3	1	—	1	—	—	—	4	6
45.25	1	—	—	1	2	—	1	1	—	—	7	4
.20	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	7	5
.15	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	7	7
.10	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	3	3
.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
44.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	2	1	5	14	6	—	3	2	1	—	40	44
x̄	45.200	45.100	45.470	45.374	45.292	—	45.225	45.200	45.150	—	45.220	45.263

Sibusi, 1950～1956

x	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.55	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
45.50	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—
.45	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
.40	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	1	—
.35	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
.30	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
45.25	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1
.20	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1
.15	1	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—
.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.05	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
45.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n	4	—	—	5	12	2	1	—	—	1	3	2
x̄	45.288	—	—	45.370	45.317	45.450	45.150	—	—	45.200	45.150	45.225

第２表によって明らかなように，春は平均脊椎骨数の分布が，大きい方に偏り，秋は小さい方に偏るという傾向は，地理的に共通している。併し，季節変化の型，振幅等が各地域によって相違している。この相違を明瞭に浮び上らせるために平均脊椎骨数の調査回数による加重移動平均値の月別の推移を第３表及び第２図に示す。

第２図にあらわれた季節変化の型の相違，変化の振幅の大小等は，カタクチイワシの発生からシラスへ成育する過程の補給の径路(資料をとりあつかった６カ年間の平均的な径路)が，ある特定の方向性をもってい

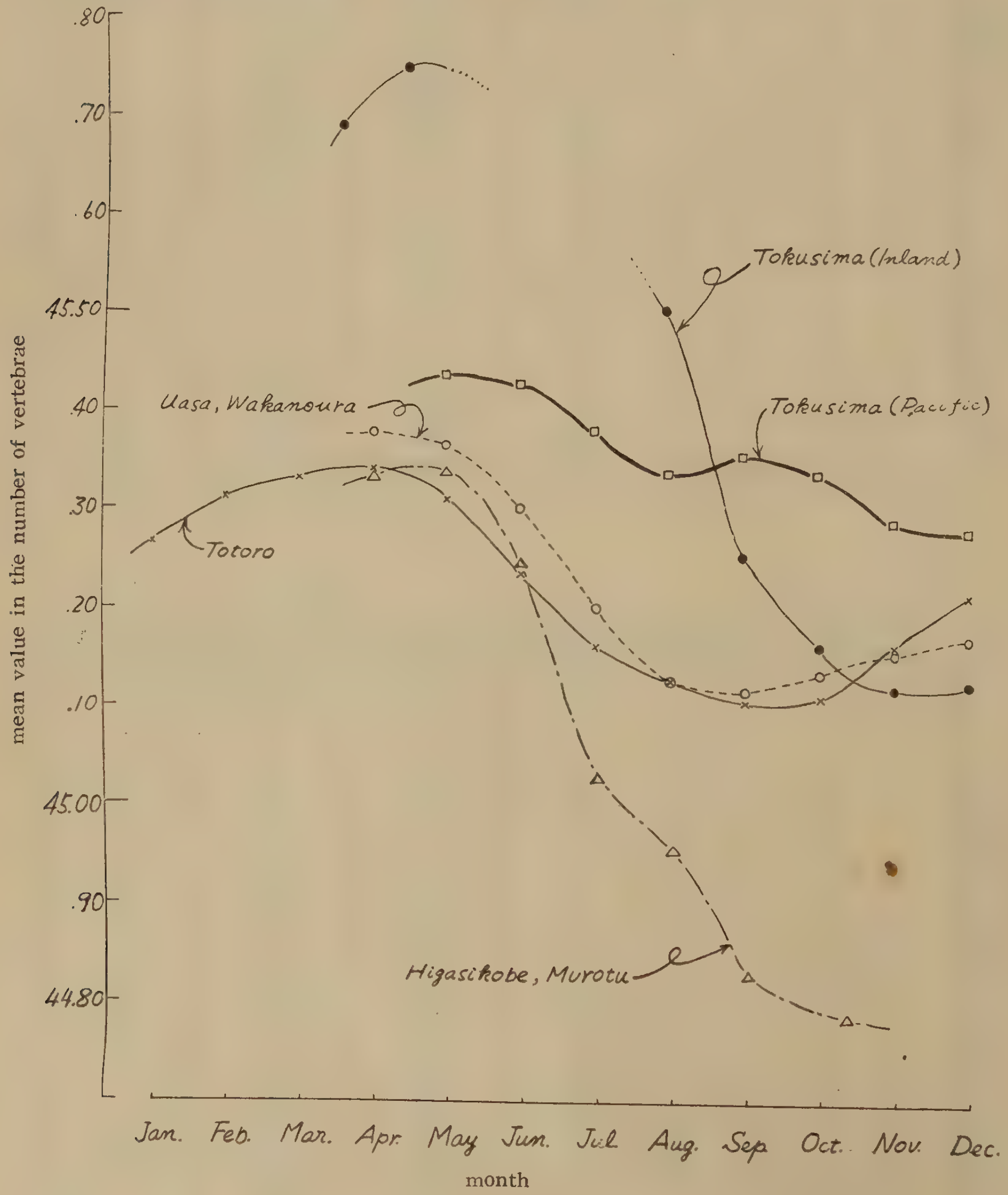


Fig. 2 Seasonal variation of the mean value of vertelral number of Anchovy "fry". (moving average)

(a) Kii Suido and its circumference regions.

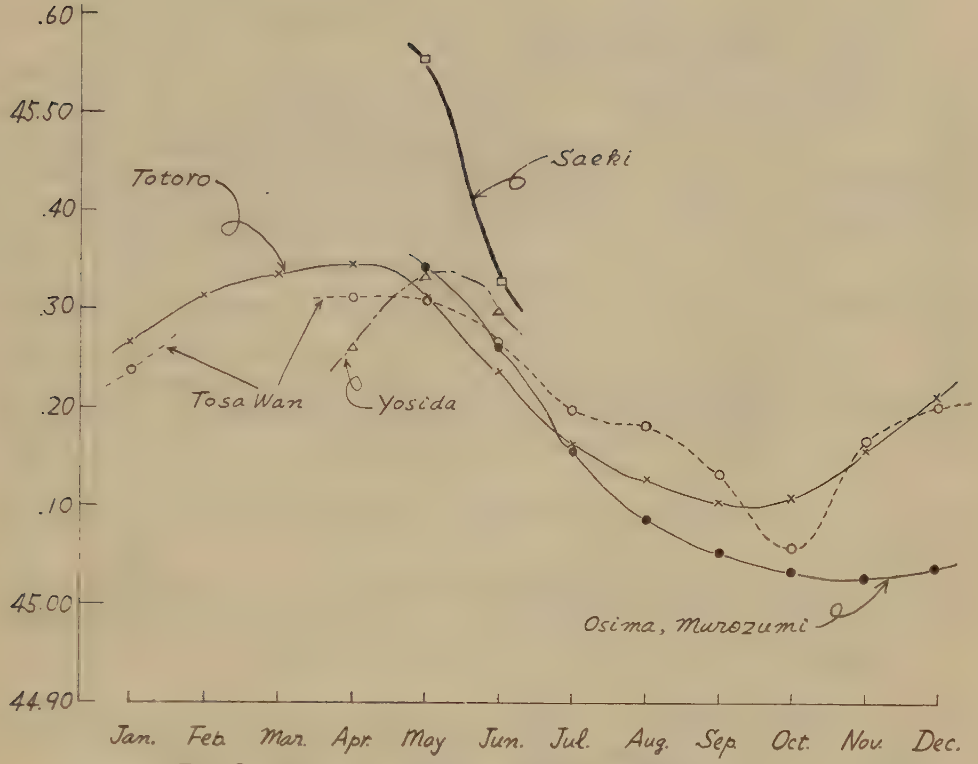


Fig. 2

(b) Tosa Wan, Bungo Suido and these circumference regions.

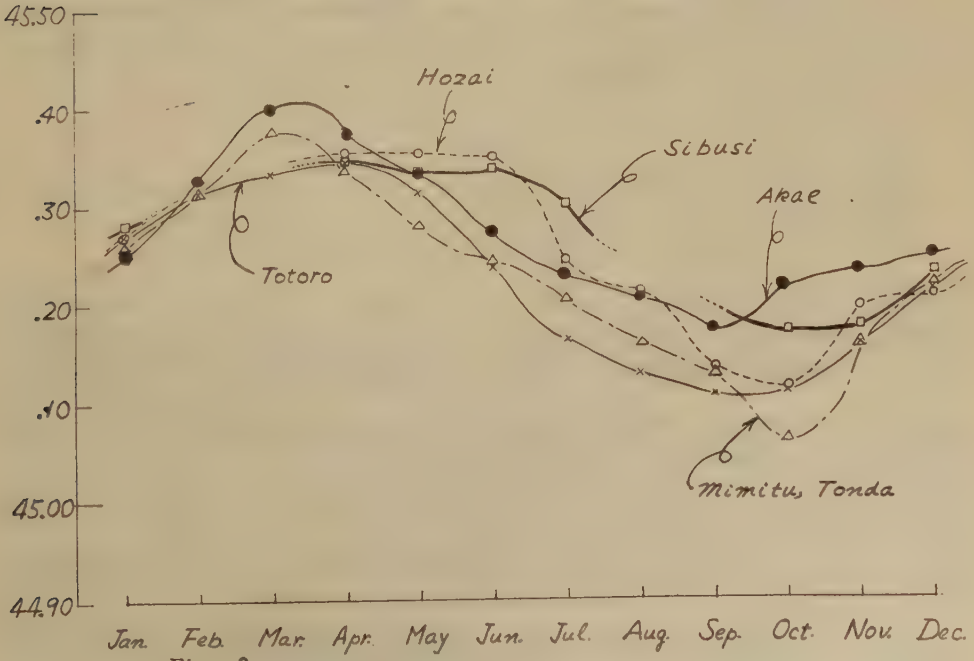


Fig. 2

(c) Hyuga Nada

Table 3 Seasonal variation of the mean value in the number of Anchovy "fry" vertebrae. (moving average)

Locality \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Singu	—	—	—	45.380	45.277	45.233	45.229	45.200	45.388	45.426	45.369	45.225
Uasa & Wakanoura	—	—	—	45.380	45.369	45.303	45.204	45.130	45.119	45.135	45.151	45.166
Hyogo Pref.	—	—	—	45.333	45.342	45.249	45.030	44.957	44.827	44.788	—	—
Tokusima (Inland)	—	—	—	45.730	45.775	—	—	45.507	45.256	45.162	45.118	45.119
〃 (Pacific)	—	—	—	—	45.434	45.426	45.380	45.336	45.352	45.333	45.284	45.275
Tosa Wan	45.237	—	—	45.312	45.310	45.267	45.198	45.179	45.133	45.058	45.169	45.200
Yosida	—	—	—	45.260	45.338	45.300	—	—	—	—	—	—
Osima & Murozumi	—	—	—	—	45.339	45.263	45.160	45.089	45.051	45.033	45.028	45.039
Saeki	—	—	—	—	45.557	45.327	—	—	—	—	—	—
Hozai	45.268	—	—	45.355	45.357	45.350	45.245	45.212	45.133	45.111	45.197	45.207
Totoro	45.269	45.315	45.333	45.345	45.313	45.238	45.164	45.130	45.106	45.110	45.162	45.211
Tonda & Mimitu	45.269	45.316	45.378	45.341	45.280	45.245	45.206	45.161	45.130	45.062	45.159	45.221
Akae	45.255	45.328	45.402	45.374	45.336	45.274	45.230	45.209	45.175	45.218	45.235	45.249
Sibusi	46.275	—	—	45.341	45.334	45.338	45.300	—	—	45.170	45.172	45.227

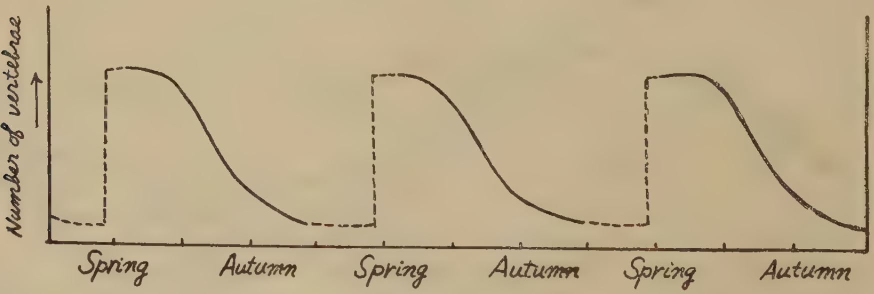
たために，あらわれたものと解釈する。更に平均脊椎骨数の変化は，発生時の水温によって左右されるものとして推論を進める。*

先ず，第２図に示された平均脊椎骨数の季節変化の極大値と極小値の差の小さい地域のものは，補給されたシラスの発生時の水温の年内変化は小さいと考えられる。逆に振幅の大きいものは，水温の年変化が大きい。しかも年変化の平均値に大小の相違がある。以上の点を考慮して，特徴をひろい上げると次のようになる。

type Ⅰ…… 日向灘及び土佐湾のように外域性のものは，季節変化の振幅は小さく，平均骨数で 0.20～0.25程度である。変化の型も正弦曲線に酷似し，月別推移の途中で不連続な時期がない。

type Ⅱ…… やや内域であるが，黒潮の進行方向に向って開いている地域，例えば豊後水道東側，紀伊水道東側では，季節変化の幅もtype Ⅰ に次いで小さいが，月別推移の途中で，冬期不連続な時期がある。

type Ⅲ…… 内域性の地域，(瀬戸内海内部）は，季節変化の振幅が大きい。変化の型も，下図のようになって，月別推移の途中に不連続な時期がある。



tyqe Ⅳ…… 平均脊椎骨数の季節変化の型は，Ⅲに類似するが，春の平均脊椎骨数が大きい。豊後水道及び紀伊水道の西側の地域のものがこれに属する。

尚，新宮のものは，見かけ上１年に２サイクルとなっているが，資料が少く，この地域のシラスが複雑な補給経路に起因するかどうか何とも云えない。

以上のように一応４つの型に分けられるが，これは筆者が別の報告** で，シラスの月別漁獲量の推移の

* これについては，横田，古川，渡辺，安村他，の推定があり，係数が多少異っているが，今回は各地域のシラスの比較の問題を扱っているから，係数の相異は余り問題にならない。

** 浅見忠彦，海洋中に於ける卵，稚仔の拡散，収斂の状況，（本号）

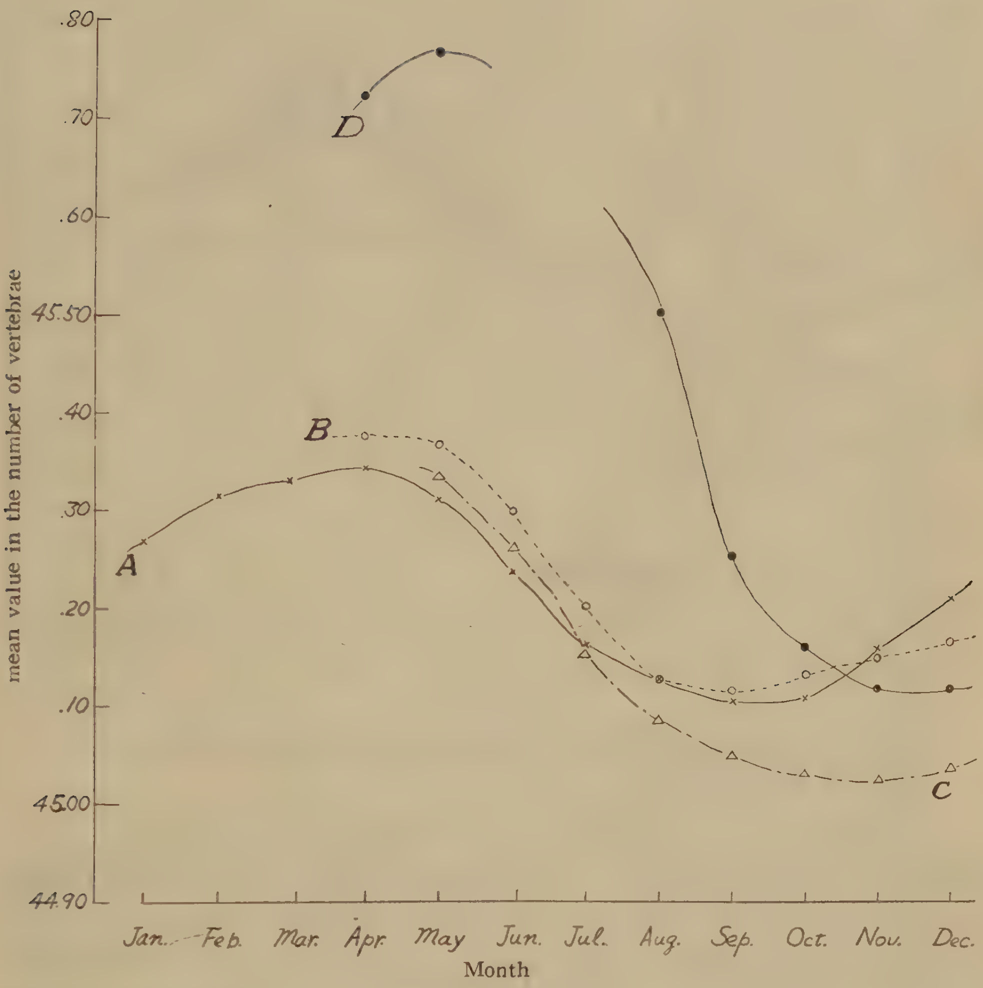


Fig. 3 Four patterns in the Seasonal variation of mean value of the vertebral number.

A : Totoro　　B : Uasa and Wakanoura

C : Osima and Murozumi　　D : Tokusima (inland side)

型から，4つの地域に分けたがこれと対応するものである。type Ⅰ の区域は前記報告の中での㋐に相当する。平均脊椎骨数の季節変化の巾は小さく，水温の周年変化の少い外洋域（例えば，日向灘，土佐湾等）の産卵群によって補給されていたと推定できる。しかも，骨数の変化に不連続な時期がないことは，補給が年間を通じて比較的連続して行われていることを示すものである。

type Ⅱ の区域は，前記報告の㋑地域に相当する。即ち春季，type Ⅰ の区域のものと略々同じ脊椎骨数をもつシラスが補給されはじめる。春→夏→秋にかけての骨数の変化は type Ⅰ とよく似ており，補給源の環境は似ているものと解される。しかし，秋以降は脊椎骨数の大きくなる程度が，type Ⅰ に較べて小さくなり，遂にシラスの漁獲がなくなって，平均脊椎骨数の周年変化に不連続な時期が出来る。秋以降のシラスの補給源の環境は，外域性の type Ⅰ のものよりもむしろ水温が高いということが推察される。（第4図参照）

type Ⅲ の区域は，前記報告の㋒地域即ち内湾奥部に相当する。第3図でC（type Ⅲ）として示した平均脊椎骨数の周年変化が，この場合の典型である。春季の骨数は type Ⅰ，Ⅱ の場合と大差ないが，秋季以降，

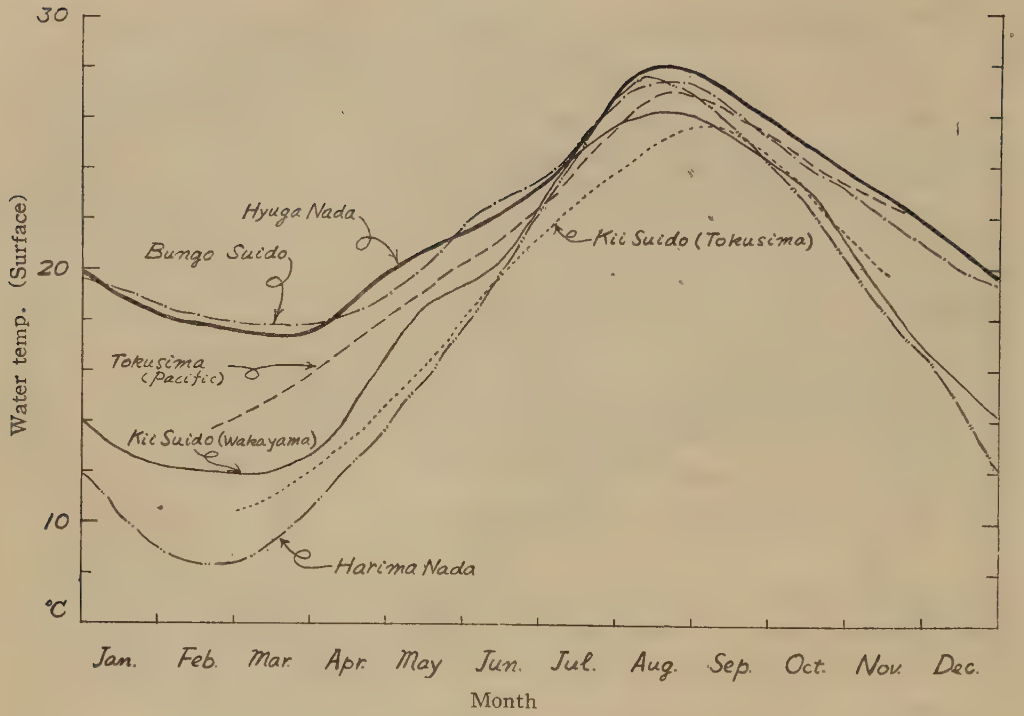


Fig. 4 Seasonal variation of mean value of the water temperature (Surface) in each region.

typeⅠ，Ⅱに較べて骨数が急激に少なくなる。これは，4，5月から外域一即ち typeⅠ及びⅡと略々同じ環境の補給源から補給されはじめ，7，8，9月と，補給源の水温が急激に上昇する結果，骨数が急激に減少すると考えられる。春から夏にかけての水温の上昇は，内域程急激でしかも，シラスは，春から夏にかけて，内域に向ってより多く補給されるとみてよい。更に9，10，11月と引きつづいて，発生時の水温の高い群が，内域に向って補給される。そして，12月〜3月に不連続時期がある。

type Ⅳ の区域は，Ⓓ地域に相当し，徳島内海側が典型的である。ここに補給されるシラスの脊椎骨数は春季著しく多く（45.70以上），秋季には typeⅠ，Ⅱと大差なくなる。これは，4，5月頃は，内域性の水域（水温11°〜13°位）で発生した群より補給され，春から夏へと時期が推移しても，依然水温の低い内域系の水塊からの発生群によって，補給されていると考えられる。

第3表及び第2図に示した，平均脊椎骨数の季節変化からシラスの補給に関する各地域の特徴を考察する。

- 志布志……季節変化が最も少い。4月45.341，10月45.170で差が0.171である。カタクチシラスの補給源の水温の周年変化が非常に少く，殆んど外洋域で発生したもののみで補給されているとみてよい。
- 赤　江（南部日向灘）……平均脊椎骨数の季節変化は少い。脊椎骨数の極大値を示す月は，次の富田，美々津地区とともに，志布志及び宮崎県北部に較べて1カ月早い。しかも，春仔も，秋仔も日向灘の沖合水塊よりやや水温の低い水域に補給源をもっていると考えられる。これは，大淀川水系及び日向灘の左環流による沿岸水塊の南下によるものと考えられる。
- 富田，美々津（中部日向灘）……平均脊椎骨数の周年変化の型は赤江と類似しているが，発生環境は，周年にわたって赤江よりも高いと思われる。従って，中部日向灘の方が，南部日向灘よりも，外洋性の補給源をもつシラスによって支えられていることを示す。

第4図に示した表面水温の周年変化のうち，豊後水道定線と日向灘定線を比較すると，春から夏への

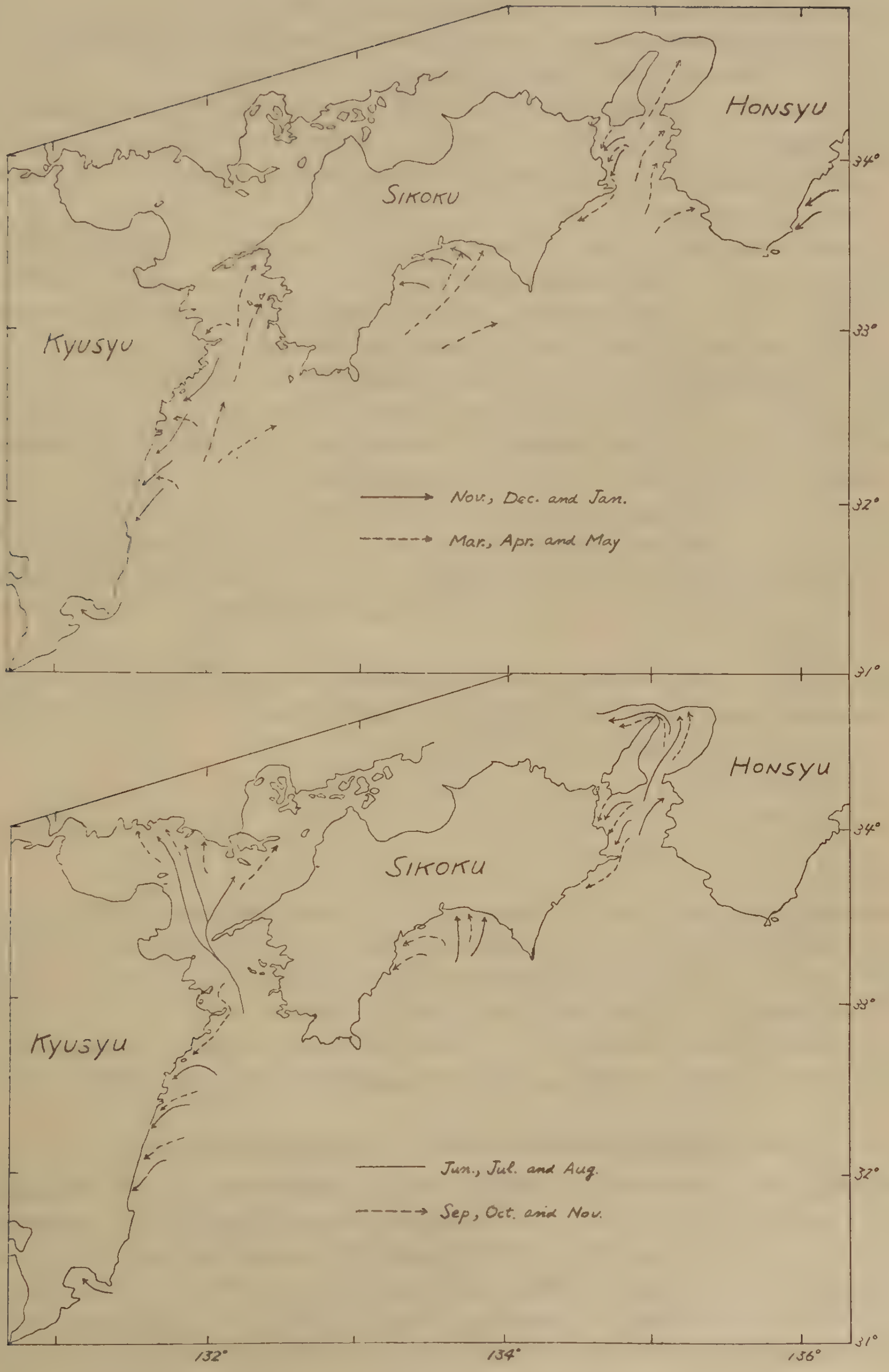


Fig. 5 Map showing the course of recruitment of Anchovy "fry".

水温上昇期に前者の方が水温が高いという結果は前記のことを裏書きしている。

• 土々呂，方財（北部日向灘）……赤江，富田，美々津に較べて平均骨数の周年変化の phase が1カ月遅れている。これは沿岸を南下する内海系の流出流の影響をうけていると思われる。
• 佐　伯……後に述べる徳島内海側と同型と思われる。即ち，5月頃のものの発生時の水温は著しく低い
• 吉田（宇和海）……土々呂，方財より更に1カ月 phase が遅れている。4月のものは，土々呂のものより，発生時の水温が高く，春の水温上昇期には，外域性の補給源によって支えられていると考えられる。前述の type Ⅱ に属す。
• 山口県沿岸（大島，室積）…… type Ⅲ に属する。5月のものは，type Ⅰ の外域性の地域のもの，type Ⅱ の吉田等のものと略々同じ環境の補給源をもつ。しかし，7，8，9，10月と月が進むにつれて，外域のものよりも，高温水域で発生したものによって補給される状況となり，8，9月の高水温域で発生したものは，殆んど外域から内域に向って直接補給されると推察される。*
• 土佐湾……平均脊椎骨数の周年変化が少く，外域性の補給源によるものと推定される。
• 徳島（太平洋側）……年間を通じて比較的低水温の補給源によって支えられている，5月45.434，12月45.275で，差は少いが，年間を通じた平均値は，土々呂等に較べて0.1以上多い。これは，室戸岬以東の芸東地域が，外域に面しながらも，内海系の流出流の影響を強くうけるため，年間を通じた平均水温が低く，カタクチシラスの補給もこの影響をうけているものと解される。（第4図参照）
• 徳島（内海側）……春仔と秋仔の平均脊椎骨数の差は著しく大きい。4，5月の春仔は，紀伊水道内の非常に低い水温域から補給されており，引きつづいて，8，9，10月と比較的低温の紀伊水道西側で発生したものより補給され，11，12月には，外域乃至水道東側と略々同じ環境より補給された状況を呈する。（第3図参照）
• 東神戸，室津……山口県沿岸と略々同じ型で type Ⅲ に属する。春仔，秋仔の脊椎骨数の差は著しいが年平均は徳島（内海側）と異る。春仔は外域及び内域の高温部から補給されたものであり，夏は，内域及び外域の高温部全域から補給されたものと解釈される。

　発生時の推定水温では，

徳島（内海）	12°—24°
東神戸，室津	18°—28°

の相違がある。

• 湯浅，和歌浦……同じ紀伊水道の西側（徳島側）に較べると，平均脊椎骨数の変異の幅は全く小さく，殆んど外域のものと差がない。4，5月以降春仔が外域のものと同じ補給源から補給されるものと推定される。しかし，11，12月から3月の間に脊椎骨数の変異に不連続な時期ができ，補給もこの間，途断えるものと解される。この点外域と異り，前記の type Ⅱ に属する。

以上，各地域について考察した結果を綜合し，カタクチシラスの補給の方向を模式的に描くと第5図のようになる。紀伊水道，豊後水道等の地域で，反時計廻りの渦流状に補給が行われるのが一般型といえる。

§2. 土々呂に於ける小鰮漁獲の永年変化（月別漁獲量の推移の型の変化）

前節で考察したのは，昭和25〜31年の6カ年間の平年型としての補給経路である。シラスの月別漁獲量の推移の型（昭和28〜31年の平年型）については，別の報告で考察を行い，地域によるシラスの主漁獲期の移動を研究した。この4カ年間の範囲内では，シラスの主漁獲時期は，各地域によって略々安定しており，シラスの補給の方向も，大した年変化はないと考えてよかった。

しかし，カタクチシラスの補給の方向が永年にわたって大差ないかどうかという疑問がある。ここで，土々呂に於ける小鰮の漁獲量に関する昭和11年以降の資料が得られたのでこれに基いて考察する。（第6図参照）

---

* このことは，漂流瓶調査等によっても確かめられ，日向灘北部，豊後水道入口等で投入した瓶が，比較的早く山口県沿岸に漂着していることによっても明らかである。

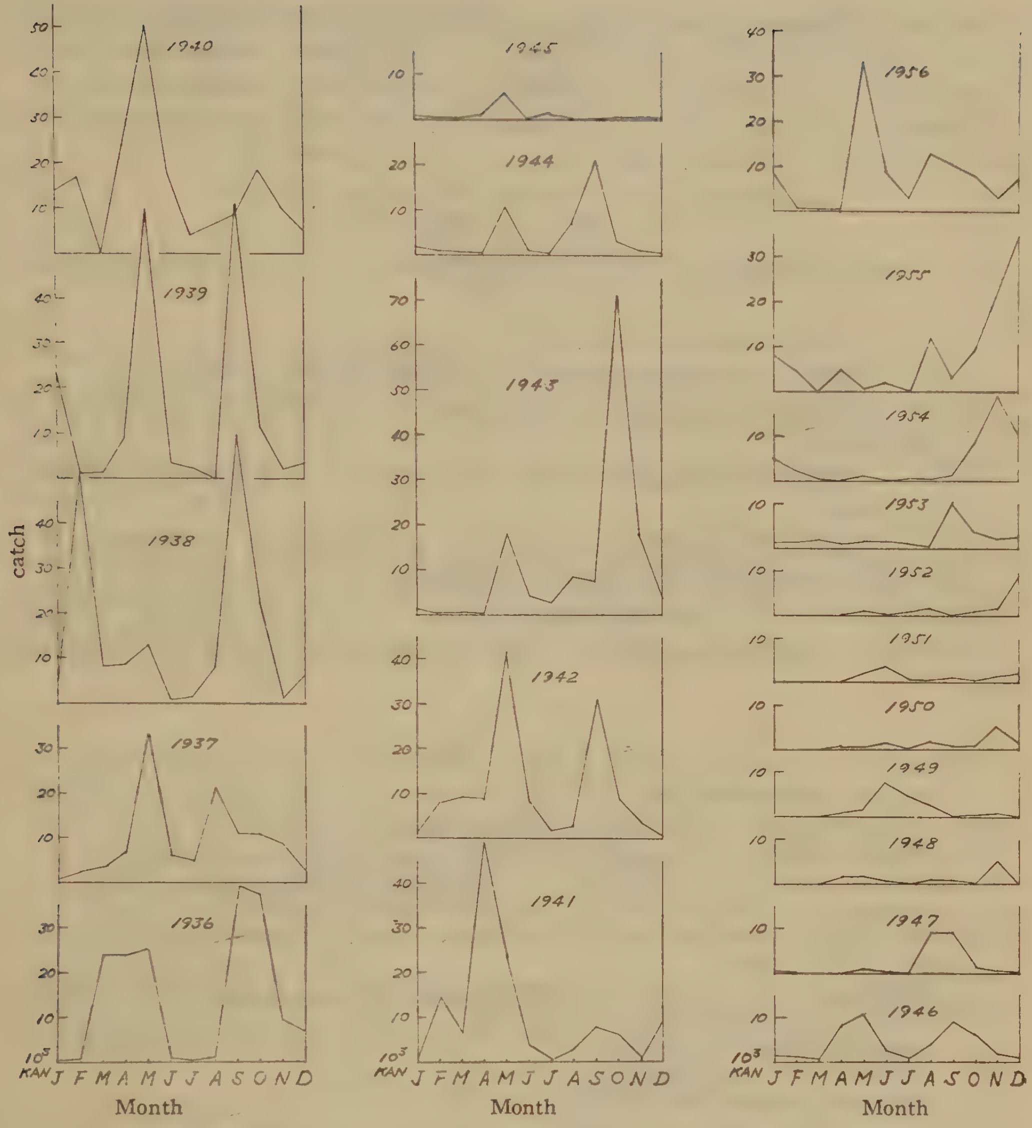


Fig. 6 Monthly variation of the catch of "Koiwasi" at Totoro.

昭和11年から，19年に至る間は，大体3，4，5月* と9，10月を中心に漁獲の peak があり，この両時期に大きな補給があったことを示している。昭和28〜31年の最近4カ年間の平均は，大体10，11，12月に漁獲の peak があり，春に補給のあるなしが両時期の大きな差となっている。但し，昭和31年には，5月に小羽イワシ（カタクチ）の漁獲の peak があり，注目される。

一方，産卵調査による日向灘水域のカタクチの採集卵数の周年変化は，3，4月に第1の peak が，7，8月に第2の peak があり，このうち3，4月の産卵に対応するカタクチシラスの補給が，日向灘沿岸に行われていないことは別の報告で述べた通りである。今もし，昭和11〜19年と最近数カ年間とで，日向灘に於

* 戦前のものは，3，4，5月の小鰮漁には，マイワシも相当漁獲されていたと考えられるが，このことを考慮に入れても，尚且，春のカタクチシラスの補給量は大きかったものと考えてよい。

ける産卵状況に余り相違がないと仮定すると，３，４，５月に於けるシラス漁の多寡は，補給の方向の変化が，大きく影響しているものと考えられる。昭和31年に於ける５月の小鰮漁は，ある程度の補給の方向の変化を示すものではないかと推察されるが，これが長期にわたって持続するかどうかが問題点である。

以上の考察は，土々呂という一地点について，補給経路が変化したのではないかという問題を提起したもので，他の地点に於てどのような変化が認められたかということが今後の問題である。

摘　　要

1）カタクチシラスの脊椎骨数の資料を用いて，南海及び内海域のカタクチの発生，成育の状況を検討した。

2）カタクチシラスの平均脊椎骨数の周年変化の型には，４つ考えられる。

type Ⅰ……外域性で，平均脊椎骨数の周年変化が少く，連続的。（日向灘，土佐湾）

type Ⅱ……準外域性で，平均脊椎骨数の周年変化は比較的少いが，不連続時期がある。（豊後水道，紀伊水道の東側）

type Ⅲ……内域性で，平均脊椎骨数の周年変化は大きい。春は type Ⅰ，Ⅱ と同程度で，秋は著しく少い。（内海部）

type Ⅳ……内域性で，平均脊椎骨数の周年変化は大きい。type Ⅲと異るのは，春，骨数が非常に多く秋は typeⅠ，Ⅱと同程度となる。（豊後水道，紀伊水道西側）

3）以上の４つの型について，補給の方向を考察した。

4）土々呂における小鰮漁獲高の永年変化から，補給の方向に変化が起ったのではないかという問題を提起した。

文 献 及 び 資 料

1）　相川広秋：水産資源学総論，(1949)

2）　〃　：カタクチイワシの資源生物学的研究，(1953)

3）　浅見忠彦，花岡松子：「いわし」類の脊椎骨数について，南水研報告，No. 5，(1957)

4）　林　繁一：カタクチイワシの成長－Ⅲ シラスの脊椎骨数，東水研報告，No. 15，(1957)

5）　渡辺和春：カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の成長，日水研報告，No. 2，(1955)

6）　安村長，他：山口県瀬戸内海に於けるイワシ漁業とカタクチイワシに関する調査研究，山口内海水試報告，5 (2)，(1956)

7）　横田滝雄，古川一郎：カタクチイワシの脊椎骨数の変異と成長度，日水会誌，17(8，9)，(1952)

8）　兵庫水試：イワシ資源調査経過報告，(29～31年度)，(1957)

9）　徳島水試：鰮資源調査報告書，(1956)

10）　和歌山水試：イワシ資源調査経過報告，(26～30年度)，(1956)

11）　南海区水研：鰮資源調査資料，昭和26年

12）　〃　：　〃　，　27年

13）　〃　：　〃　，　28年

14）　〃　：昭和29年いわし資源調査報告書

15）　〃　：〃 30年沿岸重要魚種資源調査報告

16）　〃　：〃 31年　〃

17）　浅見忠彦：海洋中に於ける卵，稚仔の拡散収斂の状況について，南水研報告，（７）

海洋に於ける卵，稚仔の拡散，収斂の状況について－I *

浅　見　忠　彦

On the Condition of Dispersal and Clustering of Fish Eggs in the Sea. －I

Tadahiko ASAMI

The results may be summarized as follows :－

1) Monthly catch of Anchovy "fry" in each region is classified into four types. First type (A) with it peak of catch in November, December and January ; Second type (B) in March, April and May; third type (C) in June, July and August, and fourth type (D) in September, October and November.

2) The patterns of catch of Anchovy "fry" do not correspond to those of Anchovy spawning in Nankai region. As one of its cause, dispersal and clustering of fish eggs in the seas must be considered. In this paper, seasonal variation of shifting of eggs and larval distribution are considered with reference to the data on Hyuga Nada lines.

は　し　が　き

カタクチ卵の海洋に於ける拡散，収斂の状況については，一部著者[2]らが検討した。今回は，魚類資源補給機構を解く一つの段階として，主としてカタクチを対象として，次のような考察を行った。

（i） カタクチシラスの月別漁獲量の推移を各地域別に見ることによって，カタクチの補給が，一応完了した状況を検討する。そして月別漁獲量の推移の地理的な特徴をみてゆく。

（ii） カタクチの産卵状況は，南海区の各水域で，どのような特徴がみられるか。

（iii） カタクチの浮游卵及び稚仔の拡散，収斂に関する情報と，（i） 及び （ii） を結びあわせる補給の方向が，どのように考えられるか。

本研究にあたり，横田沿岸資源部長の懇切な御指導をうけ，資料の蒐集整理には，神浦藤雄氏，野村星二氏他小鷹丸乗組員の諸氏の御尽力をうけた。ここに厚く御礼申上げる。

§1．カタクチシラスの月別漁獲量の推移

カタクチイワシの主発生群は，年に春秋２回あることは，相川[1]によって指摘されているが，南海区の外海域（例えば宮崎県，高知県）では，シラスは周年にわたって漁獲されており，発生が周年にわたって行われていることを裏付けている。全国的にみると，発生の主群は，春秋２回であるが，これを地域的に細分してみると，シラスの主漁獲期には，夫々特徴があり，月別漁獲量の推移には幾つかの型があることが，浮び上ってくる。

今，統計調査部の資料によって，南海及びその周辺の各地域のシラスの月別漁獲量を示すと，第１図のようになる。図は，昭和28年から，31年までの４カ年間の平均を示している。各地域の特徴をあげると次のようになる。

（i） 宮崎のように外域性の所は，11，12，１月に漁獲の山があり，その他の月も僅かであるが漁獲があって，周年連続している。

---

* 南海区水産研究所業績 第107号

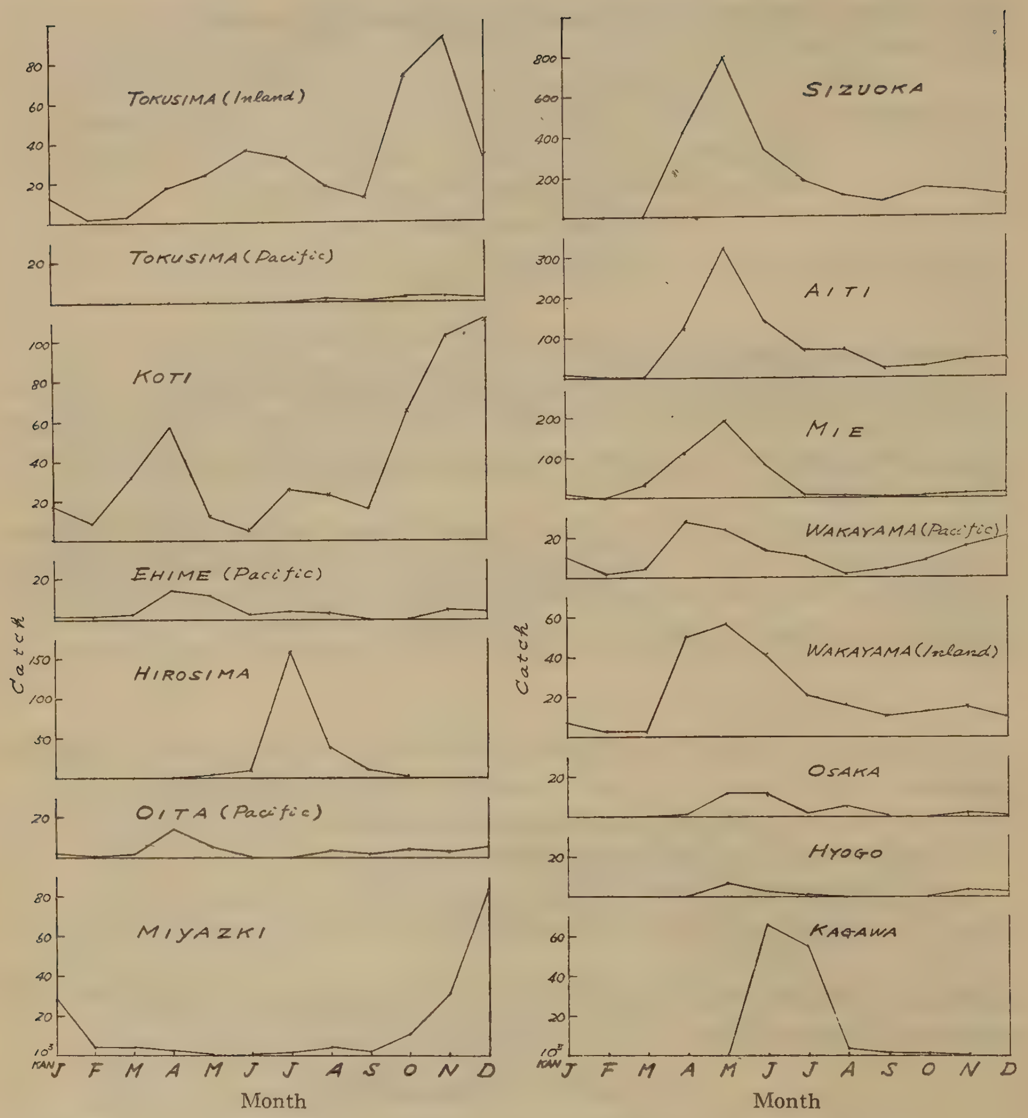


Fig. 1 Monthly variation of catch of "Sirasu" (average between 1953~1956)

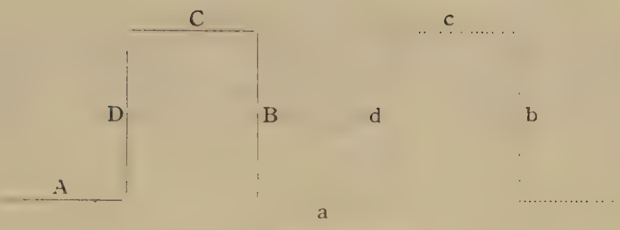
(ii) 続いて，3，4，5月に漁獲の山のあらわれるのは，外域に向って南西方向に開いている地域，例えば愛媛（太平洋側），和歌山（内海側）で，太平洋中区の愛知，静岡等もこの系列に入ると考えられる。

(iii) (ii) の漁獲の山がずれて，5，6月にあらわれるのは，水道を内部に入った地域で，兵庫，大阪等が相当する。

(iv) 広島，香川のように最も内域部では，6，7，8月にシラスの漁獲の山があらわれる。

(v) 9，10，11月に漁獲の山があらわれるのは，豊後水道，紀伊水道等の西側にあたる地域である。（例えば，徳島(内海側)）

以上の (i) ― (v) が循環して，1年を形成するという形になる。外洋に対して，内湾を仮定してこれを模式的に描くと次図のようになる。



→　黒潮の進行方向

A地域……	シラスの漁獲の peak		11～1月
B　〃		〃	3～5月
C　〃		〃	6～8月
D　〃		〃	9～11月

更に黒潮の進行方向の下流域にもう1つの内湾を仮定すると，わずかに時期がずれてa→b→c→dというもう1つの Cycle が考えられる。この場合，Aとaとの時期のずれは，比較的大きいが，内湾部のCとcの時期の差は殆んどない。今この模型を東海域に及ぼすと，東海域は一つの内湾模型の変形と考えられる。そしてA，B，C，Dの phase は明瞭でなく，Bの部が非常に大きい比重を占めている。

以上のA→B→C→Dの Cycle は，模型として示したものであるが，実際には，地形の複雑さ，黒潮の流去方向の性格などのために，各地域で，種々ののものがあらわれる。

各地域の特徴は次の通り。

(i) 宮崎……最も典型的なAの代表である。但し宮崎県北部に於ては，地形，海洋構造の関係で，D，又はBの phase を含むことが多い。

(ii) 大分（太平洋側）……BとDの phase がみられる。主としてBは海洋構造の性格に，Dは地形の性格によるものと考えられる。

(iii) 広島……典型的なC。

(iv) 愛媛（太平洋側）……地形的にBの phase が主となっているが，豊後水道東北部に局地的なC→Dの段階がある。

(v) 高知……基本形はAの phase であるが，土佐湾が浅い内湾を形成しているため，シラスの漁獲の型も殆んど全部の phase を含んでいる。

(vi) 徳島（太平洋側）……漁獲は僅かであるが，Dに属する。

(vii) 徳島(内海側)……B→Cの過程のC寄りとDとの合成で特にDの漁獲が大きい。B→Cの phase は海洋構造から，Dは地形から説明できる。

(viii) 香川……典型的なC型

(ix) 兵庫（内海側）……主としてB

(x) 大阪……B→Cの過程

(xi) 和歌山（内海側）……Bを主として，C→Dに徐々に移行する型で，東海区の静岡，愛知にみられるものと同じ型である。

(xii) 和歌山（太平洋側）……Bと，D→Aの過程との2つにわかれている。これは潮岬を境にして両側の漁獲状況が異るためであろう。

(xiii) 三重……殆んど，Bが主であるが，これは地形的にみて模型と異るが，おそらく，海洋構造の性格から説明できるのではないかと思われる。

以上のように，カタクチシラスの月別漁獲量の推移を4つの型にわけたが，カタクチシラスの平均脊椎骨数の季節変化に於ても，これに対応する現象がみられる。[3)]

§2．南海区及びその周辺域に於けるカタクチイワシの産卵状況

§1で述べたシラスの漁獲の型は，何らかの補給経路を通じて南海区及びその周辺域の産卵と結びついて

いる筈である。最近数カ年間，南海，内海，東海の各水域で産卵調査が行われ，特にカタクチイワシの産卵状況については，相当豊富な資料が得られている。これによると，宮崎県，徳島県等では春の産卵状況と，春のシラス漁とは対応があるが，秋以降のシラス漁に対応する産卵状況を見出すことは困難とされている。

ここで，§１で検討したような地域によるシラス漁の型の Cycle に対応するような産卵状況が見出されるかどうかを検討する。

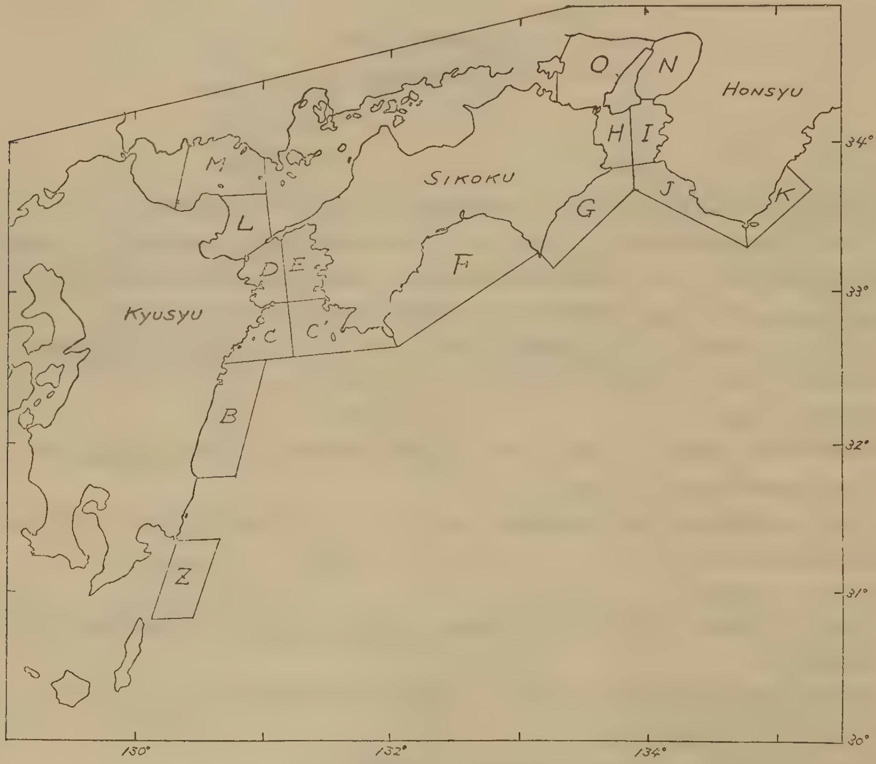


Fig. 2 Map showing regions for the spawning research.

今，第２図に示した水域別にカタクチ産卵状況の月別推移を集計すると，第３図のようになる。*

第３図によって，各地域の産卵状況を検討するると，外域のＺ，B海区等は２～３月に産卵の第１の peak があり，内域に入るに従って４月乃至５月と peak のあらわれる時期がずれる。§１の内湾模型でC地域に相当する水域では，盛夏の７，８月にのみ産卵の peak ができる。又，外域のB，C海域等では，７～８月に産卵の第２の peak ができる。

内域の紀伊水道，和泉灘等では，９，10月に第２の peak ができる，一般的にいって，９月以降産卵の peak のみられることは少い。

従って，§１で想定したシラスの漁獲の Cycle に対応させて，産卵状況を考えてみると，２，３月より７８月にかけては，産卵の peak が外域から内域に向って進み，これは§１のAからB，Cへの過程と対応するとみられる。しかし，Dの phase に相当する産卵の peak が今の処明瞭でない点が注目される。

---

* C′，D，F，L海区は，資料整理不充分のため省略するが，大凡，４月と７，８月に産卵の peak があるようである。

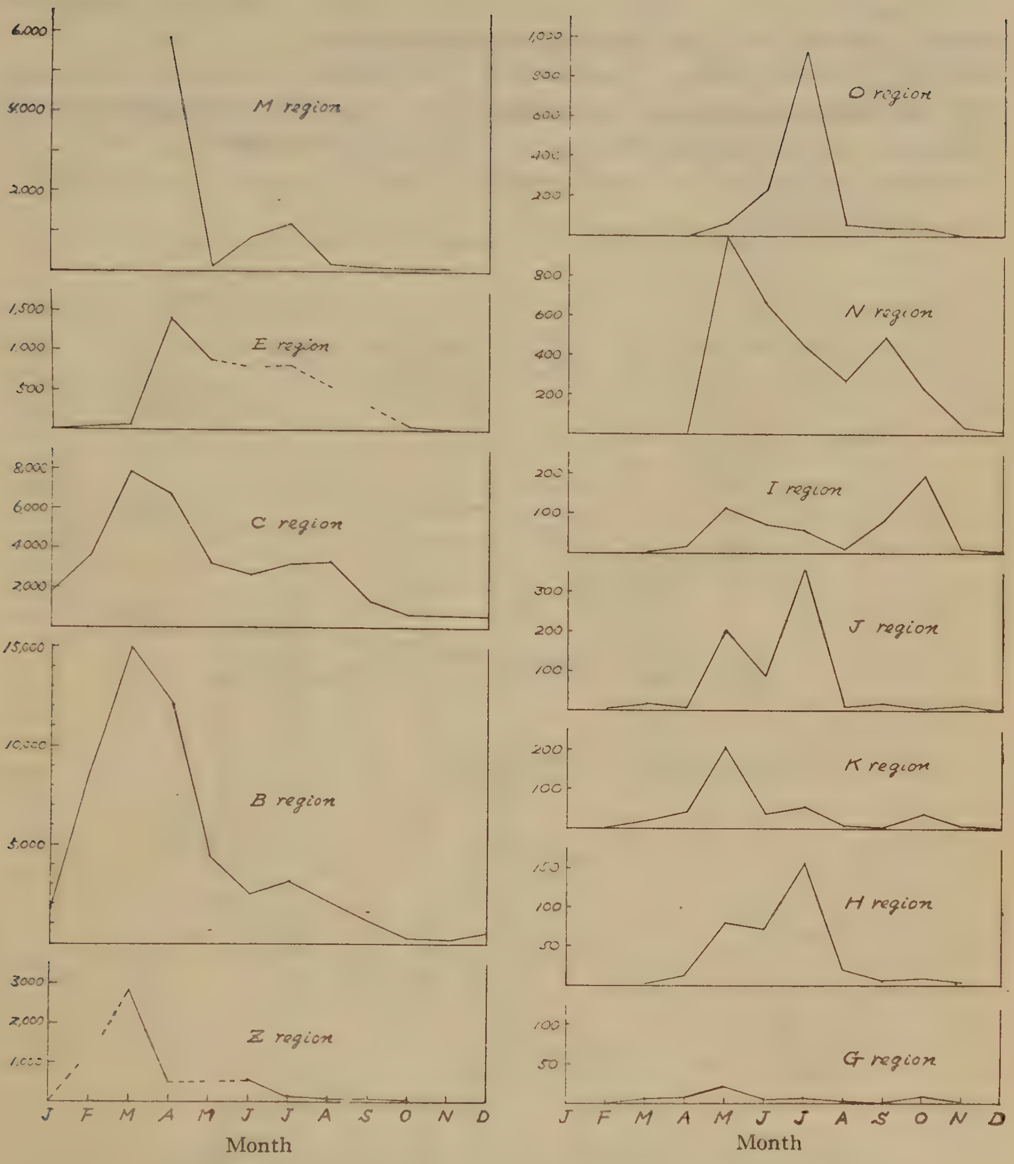


Fig. 3 Monthly variation of the sampled number of Anchovy eggs in each region.

§3. カタクチ卵，稚仔分布の拡散，収斂について

§1，及び§2で検討した結果，シラスの漁獲状況と，カタクチ産卵状況とが，いわば，1：1の対応でなく，“カタクチ卵→シラス” という補給が季節によって，又地域によって異ったしかたをしているということが想定される。即ち，

(i) 捕食その他の要因によって，絶対的な生残り率が，春→夏と秋→冬との両時期で異るものか。

(ii) 卵，稚仔の拡散，収斂の機構が季節によって異るために，シラスへの補給の多寡を決定しているものか。

等々の原因が考えられる。ここでは，筆者は（ii）場合の一例として日向灘，豊後水道海域の産卵調査の結果を用いて，カタクチ卵，稚仔の拡散，収斂についての情報を検討した。

方法は，

（a）浮游卵の発生段階の相違を用いて，（水温大体24°C以下，1月〜6月）各調査定点別に産卵日別の卵分布が得られるのでi日に生れた卵の分布と，i−1日のそれとの相違を検討する。

（b）稚魚ネットに採集されたカタクチ稚仔の体長組成から体長が大きくなるに従って海洋中の分布がどのように変化するかをみる。

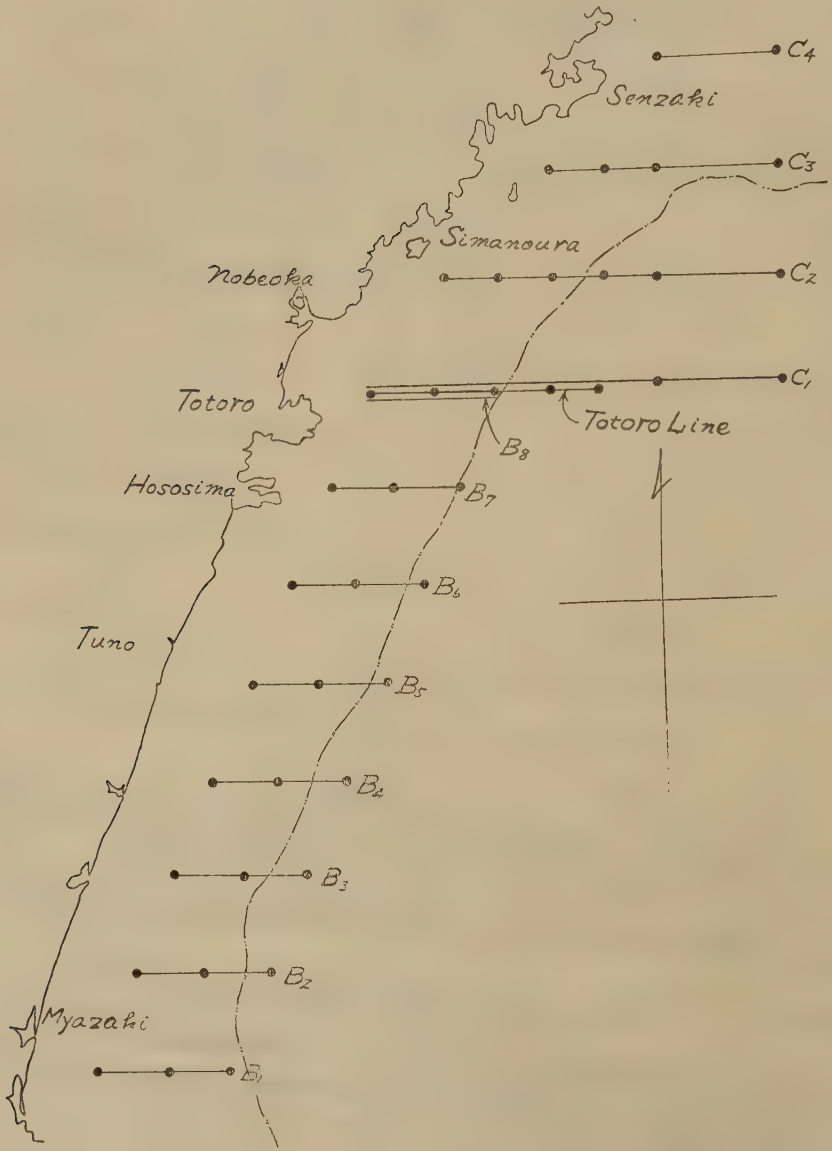


Fig. 4 Map showing stations (black circles) and log lines.

の２方法によった。

先ず（ａ）の方法により，士々呂沖定線の資料を用いた。前の報告[2]では，カタクチ卵の分布形が種々変化する場合を示したが，今回は，第４図に示すＸ－方向（東西方向，この水域では距岸方向）の卵の発生段階別の移動状況を検討した。各調査日（i日）別の採集卵数のうち，ｉ日と（i－１）日に産みだされた卵数を示したのが第１表である。

Table 1 The number of Anchovy eggs sampled on Totoro line.

(a) 1954

date of research (i)	date of spawn	eggs sampled at each station				
		St. 1	2	3	4	5
29.1.8	i	4	0	0	0	0
	i−1	0	0	0	0	0
1.12	i	14	0	0	0	0
	i−1	0	0	0	0	0
1.19	i	0	0	0	0	0
	i−1	4	0	0	0	0
2.1	i	0	0	0	—	0
	i−1	1	1	0	—	0
2.9	i	77	5	1	0	0
	i−1	38	2	0	0	0
2.16	i	1	0	0	0	0
	i−1	78	15	1	0	2
	i−2	7	3	0	0	0
2.24	i	16	0	0	—	—
	i−1	11	0	0	—	—
3.1	i	387	12	0	—	0
	i−1	121	28	0	—	0
	i−2	16	2	0	—	0
3.16	i	242	4	0	0	0
	i−1	200	53	7	0	0
	i−2	148	24	10	0	0
3.23	i	1	291	71	36	165
	i−1	0	119	22	854	165
	i−2	29	0	0	0	0
4.1	i	0	14	0	—	0
	i−1	0	4	0	—	0
4.7	i	26	114	126	331	1,668
	i−1	137	146	116	142	342
4.13	i	2,538	245	2,381	157	285
	i−1	1,622	255	235	62	15
4.20	i	130	88	64	71	59
	i−1	7	69	272	267	270
4.29	i	47	12,398	410	—	—
	i−1	249	652	0	—	—
4.30	i	9	663	2,060	—	768
	i−1	31	209	204	—	472
5.4	i	2	2	35	1,385	90
	i−1	0	1	833	595	14
5.12	i	7	63	78	49	162
	i−1	7	10	6	3	11
5.18	i	36	70	386	322	27
	i−1	68	121	4	52	11
5.26	i	0	0	1,443	—	—
	i−1	3,920	81	407	—	—
5.31	i	289	1,414	1,860	—	3
	i−1	29	106	0	—	2
6.8	i	21	29	238	206	71
	i−1	12	50	4	0	0
6.15	(i, i−1)	0	0	0	0	0
6.22	(i, i−1)	0	0	0	0	0

(b) 1955

date of research (i)	date of spawn	eggs sampled at each station St. 1	2	3	4	5
30.1.6	i	0	0	4	38	5
	i−1	0	0	0	0	0
1.11	i	0	0	0	0	0
	i−1	11	0	0	0	0
1.18	i	0	0	2	0	0
	i−1	0	0	2	0	0
1.25	i	0	25	2	—	—
	i−1	0	43	47	—	—
	i−2	0	59	59	—	—
1.28	i	0	11	25	—	64
	i−1	0	105	16	—	183
	i−2	0	66	40	—	44
2.1	i	6	12	0	0	0
	i−1	0	0	0	1	0
2.9	i	14	576	1,285	1,302	1,036
	i−1	189	751	614	411	424
	i−2	57	13	19	0	0
2.15	i	147	961	1,135	1,201	949
	i−1	76	61	—	25	61
	i−2	—	3	—	2	1
2.26	i	33	160	161	—	—
	i−1	20	49	175	—	—
	i−2	2	36	112	—	—
3.3	i	48	188	129	—	31
	i−1	146	108	150	—	58
	i−2	48	23	15	—	4
3.8	i	25	122	21	3	3
	i−1	9	99	23	4	0
	i−2	14	79	49	2	1
3.15	i	79	208	261	45	38
	i−1	152	85	17	7	7
	i−2	2	—	—	1	—
3.16	i	0	1	2,668	—	—
	i−1	2	307	496	—	—
	i−2	1	1	0	—	—
3.17	i	0	0	1	—	—
	i−1	0	2	7	—	—
	i−2	0	0	1	—	—
3.22	i	2	0	28	7	72
	i−1	48	5	31	10	9
	i−2	10	5	1	—	—
4.1	i	205	5	0	—	0
	i−1	73	2	0	—	0
4.4	i	0	3	0	—	—
	i−1	0	280	168	—	—
4.11	i	0	1	94	42	25
	i−1	0	4	137	335	267
4.21	i	3	204	52	6	0
	i−1	94	306	20	0	0
4.26	i	4	16	30	—	—
	i−1	0	0	69	—	—
4.28	i	2	33	27	—	5
	i−1	2	144	12	—	2
	i−2	7	7	0	—	1
5.4	i	0	58	0	0	0
	i−1	3	27	4	0	0
5.10	i	0	1	30	20	0
	i−1	1	18	203	57	1
5.17	i	1,353	107	3	104	0
	i−1	297	95	9	67	38
5.26	i	0	406	113	—	—
	i−1	153	849	241	—	—
5.30	i	0	150	6	—	0
	i−1	726	65	2	—	0
6.7	i	0	46	8	1	0
	i−1	3	5	0	2	0
6.14	i	2	648	69	28	13
	i−1	229	228	327	389	149
6.21	i	2	343	12	9	1
	i−1	16	26	25	0	8
6.28	i	0	2	0	—	—
	i−1	11	44	1	—	—
6.30	i	59	47	0	—	0
	i−1	333	110	3	—	2

(c) 1956

dete of research (i)	date of spawn	eggs sampled at each station				
		St. 1	2	3	4	5
31.1. 5	i	0	7	3	1	0
	i−1	0	0	0	0	0
1. 9	i	0	132	302	18	6
	i−1	0	0	315	19	5
1.21	i	0	5	—	3	2
	i−1	6	34	—	84	29
	i−2	0	2	—	0	0
1.25	i	0	0	2	—	—
	i−1	0	0	0	—	—
	i−2	0	0	0	—	—
1.30	i	97	52	146	—	19
	i−1	474	95	4	—	0
2. 7	i	9	36	31	287	106
	i−1	74	188	45	143	180
2.15	i	127	2,056	586	364	42
	i−1	106	0	0	0	0
2.21	i	161	654	74	72	108
	i−1	327	42	23	11	8
	i−2	0	143	57	17	0
3. 1	i	403	118	899	193	222
	i−1	4,330	636	1,175	147	20
	i−2	1,039	724	138	10	2
3. 6	i	15	23	392	152	3
	i−1	336	4	8	0	0
	i−2	22	0	8	3	1

date of research (i)	date of spawn	eggs sampled at each station				
		St. 1	2	3	4	5
3.13	i	113	6,150	13,056	251	99
	i−1	47	3,590	0	0	0
	i−2	781	512	0	0	0
3.20	i	0	26	617	854	9,498
	i−1	16	143	2,121	5,714	4,070
	i−2	7	157	56	0	0
4.10	i	0	581	65	4	0
	i−1	604	3,623	458	16	9
	i−2	181	268	16	1	4
4.17	i	447	1,667	447	131	7
	i−1	1,408	556	701	223	5
	i−2	380	93	0	0	0
5. 8	i	4	121	1	0	0
	i−1	4	0	0	0	0
5.17	i	12	667	90	179	85
	i−1	44	177	27	0	9
5.22	i	37	143	1	0	0
	i−1	13	34	0	0	0
6. 5	i	8	2	0	0	0
	i−1	0	1	0	0	0
6.12	i	1	0	0	0	0
	i−1	3	0	0	0	0

第1表を基礎にして，各調査図について，卵分布がどの方向に移動しているかを示すと下のようになる。

カタクチ卵（発生段階前期から後期への移動方向）　岸→沖

年次＼月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
昭和29年	○ ○ →	→ ○ >→ ○	→ → ≫→	○ ○ ○ ≫→ ○ →	← ○ ← ←	← ○ ○ ○
昭和30年	○ ○ ○ → >→	→ ← ○ →	→ ○ ←< ← ○ → ○	○ ○ >→ ○ → ○	○ ○ ○ ○ ←	○ >→ ○ → ○
昭和31年	→ →	← ← ←	← ← ← ←<	← ○	← ← ○	→ ○

（註）(1)　矢印の方向は，右方向が東（沖合）へ，左は西（岸）へ向うことを示す。
(2)　→移動僅か，>→は中位，≫→は移動甚しい場合
(3)　○印は，移動が認められないか，不明の場合。

これによると，2，3，4月は，東へ向う傾向が強く，5，6月は西方向へ向う場合が多い。1月はどちらとも明瞭でない。但し，昭和31年の2，3，4月は，29，30年とは逆に西（岸）に向う傾向が強い。この年，土々呂に於けるシラスの月別漁獲量の推移の型がそれまでの年と異って，春に岸方向にシラスの補給が大きかったことを示している。[3)]

次に（b）の方法によって，第4図に於ける各東西線での稚仔の体長増大に伴う移動傾向を検討すると下に示すようになる。

カタクチ稚仔の体長増大の方向

	線＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月例定線	C4	○	←	○	○	○	○		○		—	—	
	C3	—	→	→	←	→	←		—		←	—	—
	C2	←	←	—	←	—	→		—		○	—	—
	C1	←	←	＞→	—	＞→	○		—		←	○	—
	B8	→	→	＞→	←	○	—		←		○	→	←
	B7	→	→	→	←	○	○		→		○	→	—
	B6	—	—	←	○	○	—		○		○	○	○
	B5	○	—	←	○	←	○		○		○	○	○
	B4	○	—	→	○	○	○		○		←	←＜	○
	B3	○	←	→	—	—	○		—		○	—	→
	B2	○	—	—	○	—	○		○	←	○	←	○
	B1	○	—	—	—	—	○		○	←	○	←≪	○
毎週一回	土々呂定線	— → →	→ ＞→ ≫→	— → ←＜ ←	— ＞→	→ ← —	—	→ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	←	○ ○ ○

（註）(1) ○印は，資料少い等のため判定困難。
(2) —は移動が認め難い。
(3) 矢印右方向は，東への移動を示す。→は移動僅か，＞→中位，≫→移動甚し，

この方法は，（a）と異り，変化の単位が，数日乃至10数日にわたるもので種々の複雑な要因の交絡があるが，カタクチ稚仔の移動方向の大勢は示すものと考えてよかろう。

又（a）の方法では，年の上半期のみの情報しか得られないが，この方法では，周年にわたる資料が得ら

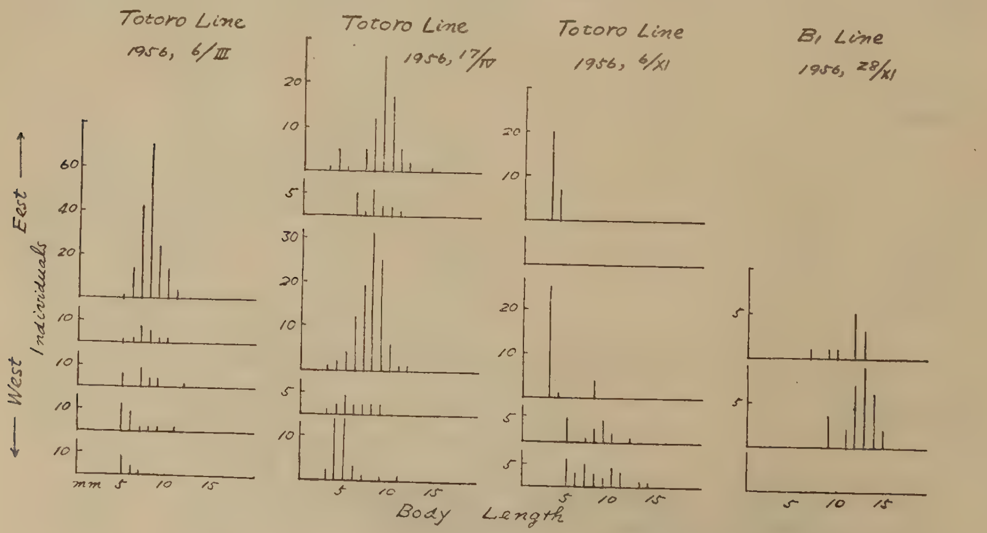


Fig. 5 Body-length composition of Anchovy "fry" sampled by larval net.

れる利点がある。

この表によると，2，3，4月は，稚仔の成長方向が沖合に向う回数が多く，9，10，11，12月は，岸に向う回数が多くなっている。この両時期の典型的な場合として，2月と11月を示すと第5図のようになる。

以上，(a)，(b)両方法によって得た知識を検討すると，宮崎県沿岸では（§1の内湾模型でⒶに相当する地域），2，3，4月には，カタクチ卵，稚仔は東に向う傾向が強く，9，10，11，12月は岸に向う傾向が強いことがわかる。従ってこの沖合で産み出されたカタクチ卵は，春→夏は，岸に補給されるよりも沖合に向う成分が強く，秋→冬は，岸に補給される割合が大きいという推定が成立つ。これは，カタクチの産卵とシラス漁との対応状況の偏りに対する1つの解答を示すものである。

今回は主として，東西方向（X－方向）の成分についてのみ検討したが，南北方向（Y－方向）についても注目すべき現象が認められるのではないかと思う。（特に6～9月の夏季に於て）今後の問題点として次のようなことが考えられる。カタクチ卵，稚仔の資料をもとに検討する場合，卵と稚仔との分布の相違，両者の季節による採集数の相違等も補給機構に関する情報の1つである。又，カタクチ卵からシラスへの補給は，周年行われているものであるから，マイワシ，ウルメ，アジ，サバ等の他の沿岸重要魚種の補給経路の **indicator** になり得るのではないかと考える。

例えば，アジが当才魚（幼魚）として，ある時期，ある地域に多量の補給が行われた場合，これがカタクチのどの型に対応するかを検討することによって，アジの補給についての大きな情報が得られるのではないかと考える。

摘　　　　要

(1) カタクチシラスの月別漁獲量を，各地域について検討した。月別漁獲量の推移の型には，4つの基本型がある。

(2) 南海区及びその周辺域のカタクチの産卵状況を検討した。

(3) カタクチシラスの漁獲状況と，カタクチの産卵状況とは完全には対応していない。これの要因の1つとして，卵，稚仔の海流中に於ける発散，収斂の問題が考えられる。ここでは，宮崎県沿岸の産卵調査の資料を用いて，季節による卵，稚仔の移動状況の相違を検討した。

文　献　資　料

1）相川広秋：水産資源学総論，(1949)

2）浅見，神浦，横田：日向灘，豊後水道に於けるイワシ類の産卵調査，南水研報告，(5)，(1957)

3）浅見忠彦：脊椎骨数変異による内海，南海域のカタクチの発生及び成育の方向の型，南水研報告，(7)

4）安村 長，他：山口県瀬戸内海に於けるイワシ漁業とカタクチイワシに関する調査研究，山口内海水試報告，5 (2)，(1956)

5）兵庫水試：イワシ資源調査経過報告（29～31年度），(1959)

6）徳島水試：鰮資源調査報告書，(1956)

7）和歌山水試：イワシ資源調査経過報告（26～30年度），(1956)

魚群調査に於ける各魚種の混在状況について * （第1報）

神 浦 藤 雄

Mixing Status of Several Fish Species as Revealed by Fish School Research.

Fujio KAMIURA

In view of the Fish Finder images, obtained in the course of Monthly Fish School Research with Fish Finder during a period from 1953 to 1956 on the Hyuga Nada lines, some patterns of fish school distribution are summarized as follows:—

1) Usually most abundant species in this coastal region was Anchovy, next come Sardine, Round Herring, Horse Mackerel, Mackerel in descending order. The patterns of fish school distribution varied seasonally as well as annually.

2) When some one species is predominant, its fish school distributes over all main coastal zones in mass, and other species bordering the region.

3) In case, two or more are dominant species, their living spheres are separated remarkably by a variation of oceanographical conditions.

4) When no dominancy obtains among species as regards number or biomass, fish school distributes imprecisely, degree of popularity being given in Table 4, and by the following formula:—

$$P=\frac{N}{(n-1)S},$$

where,

P …… degree of popularity

N …… number of encounter

n …… number of species

S …… total number of research.

§ は し が き

魚群探知機を使用して海洋中の資源量を推定する試みは昭和26年以降，横田[9]によってイワシ類の研究に用いられている。

筆者は，これらの資料を用いて，海洋中に分布する魚群（イワシ類，アジ類，サバ類）についてそれらの分布の傾向，混在の状況について検討を試みつつある。

対象とした調査海域は，日向灘（魚群調査の海区としてB海区としている）を取り上げ，昭和28年から昭和31年の資料（毎月調査：調査回数48回）を用いた。

この報告を出すにあたり，御教示をいただいた横田沿岸資源部長並びに浅見第１科長に謝意を表す。

1. 混 在 状 況 の 型 に つ い て

日向灘に於いて，イワシ類，アジサバ類等の各魚群は大陸棚上に各々 Shoal を形成して南北に縦長に分

* 南海区水産研究所業績 第108号

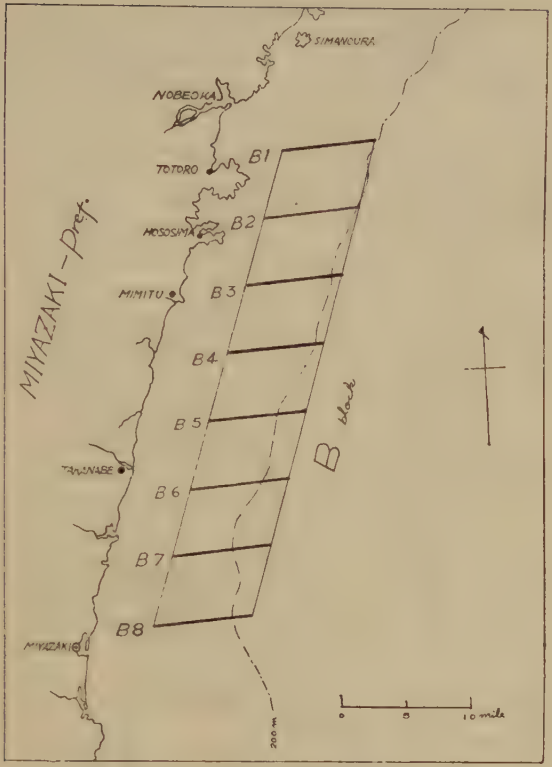


Fig. 1 Map showing Blocks.

布し，Shoal 内にて，同種の群，又は異種間で大小の間隔をもって混在している。（魚群は単位群（colony）が集って Shoal を形成し Shoal が更に集合して School を形成する）。

魚群は，様々な要因により季節的に混在状況が変化する。この海域に於ける各魚群の混在分布を下記のような型式に分類し，考察を行った。

A．単一魚種のみ分布する場合
　1　ほぼ均等な間隔で分布する時
　2　塊状に分布する時
B．2種以上が出現する場合
　1　異種が一群乃至数群づつ交互に混在する時
　2　数種が分布し，その内或種が独立的（塊状）に分布する時
　3　或一種が卓越する時
　4　数種がほぼ均等な量で出現した時

A．単一魚種のみ分布する場合

この調査海域に於いて単一魚種のみが出現する場合は，実際には極めて稀である。この期間，調査回数48回中僅かに2回でありしかもこの場合調査海域内の魚群量は僅少であるこのような時は単位群の間隔は極めて広く，ほぼ均等に稀薄に分布する場合と数群が局部的に分布する場合とがあるように思われる。

B．2種以上が出現する場合

2種以上が混在している場合が大部分で普通3種類前後が同時に出現している。

1　異種が一群乃至数群づつ交互に混在する場合

異種が交互に混在して分布する場合は多くあるが，代表例として昭和31年8月の例について見ると，この内カタクチ群が最も多くを占めているが，他にマイワシ，ウルメ，アジ，サバ，ムロアジ等の魚種が1群乃至数群づつ混在している。この例は夏季に良く見られる。（Fig. 2－1）

2　数種が分布し，その内或種が独立的に分布する場合

この場合も多くの例が見られ，二種が或区域を二分して明らかに分かれて分布している場合や，海況等の特殊な変化によって遊離して分布する場合がある。前者の例として，昭和31年10月の例があり（Fig. 2－2）これを見るとカタクチとアジ及びマイワシが分布しているが，カタクチは沿岸寄り（左側）にその沖合にアジが分布している。これは或種が分布していて，異種（この場合アジ）が急激に多量出現した場合に起る。後者の例として，昭和32年4月のものを見ると，出現した種類は多数あるが，特殊水塊（日向灘左環流の暖水帯）の沖合からの突込により，この 21°C 水帯に2分されて魚群が上下（南北）に遊離された例である。この場合，水塊の上下で魚種が異り，上辺部はカタクチを主体とし，下辺部はマイワシを主体とする多量の群が塊状に分布している。このような例は，水温の上昇期（春季）及び下降期（秋季）に良く見られる。

3　或種が他種に比較して卓越する場合

或1魚種が多量に出現し，他種が周辺に若干混在している場合は，一般に卓越した魚種は塊状的な分布をなす場合が多く，このような現象は春季に多く見られる。この分布は，B－2の型と重複した型となること

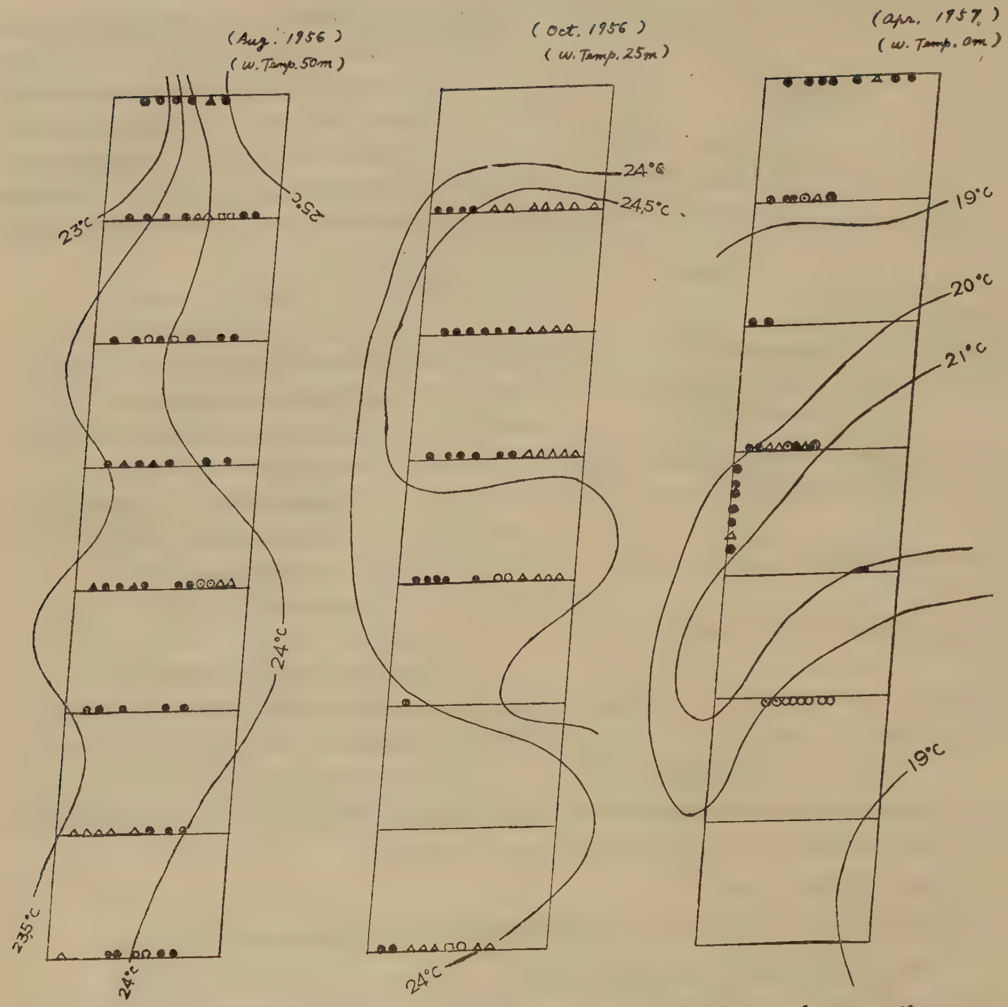


Fig. 2 Some examples with two or more species were appearing at the same time.

が多い。各魚種別に卓越した場合を見ると，（Fig. 3）

• マイワシ（昭和29年４月の例）：他種に比較してマイワシの出現量が多い例である。

• ウルメ（昭和30年３月の例）：この場合は，調査海域の南北にかけて，ウルメ群が特に多く，それぞれ数群づつ塊状的に分布し，特に上方（B 1）及び下方では19°〜20°等温線の分布と類似した分布を示し，高度の塊状化をなしている。

• カタクチ（昭和28年２月の例）：周年を通じて，カタクチの量が卓越する場合が多いが，この場合も海区全域をカタクチがほとんど占めている。

• アジ（昭和28年６月の例）：昭和28年はアジが多量に出現した年であるが，28年６月の例を見ると，海域の中心部を南北に亘ってアジが占有し，その両側に他種が存在している。

• サバ及びムロアジについては特に他種に比して多量出現する場合は見られない。

4　数種がほぼ均等な量で出現した場合

この例については，イワシ類（マイワシ，ウルメ，カタクチ）が多量に出現し，しかもほぼ均等な量で出現した場合と，イワシ類とアジ類が共にほぼ均等な量で出現した場合の二通りに分けた。

• 主として，イワシ類が多く，それらがほぼ均等に混在している場合（Fig. 4－1）

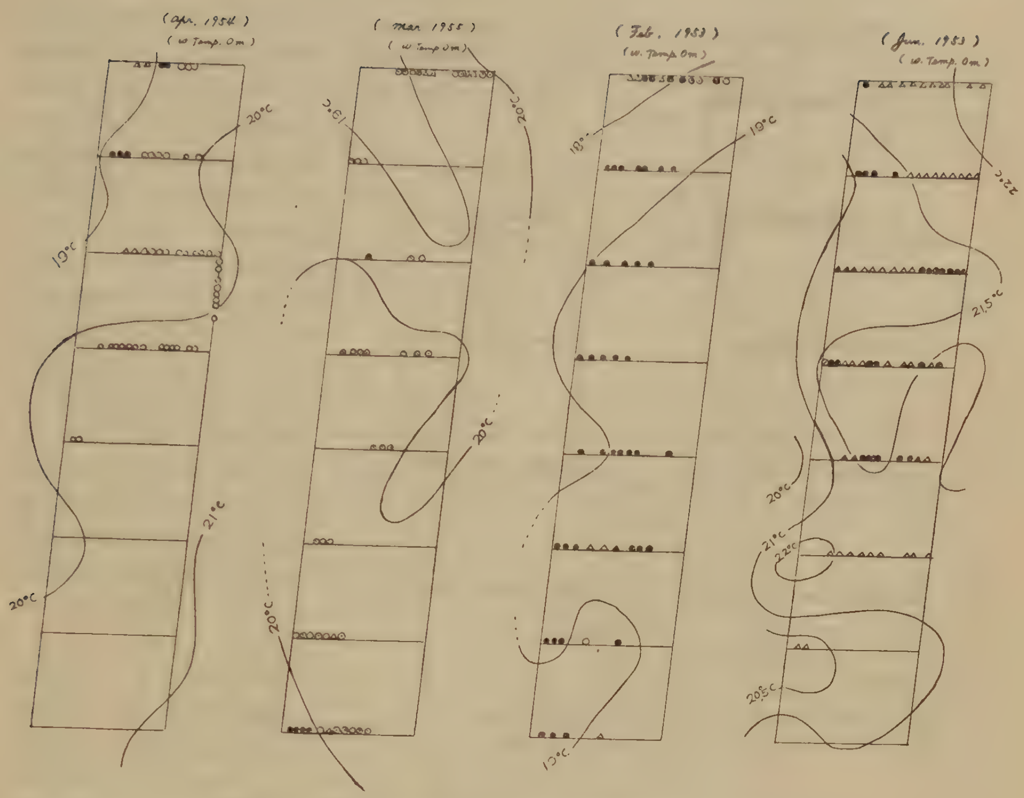


Fig. 3 The examples with one predominant species.

イワシ類が多量に出現し，混在するのは季節的には冬季に多い。昭和31年1月の場合について見ると，Fig，4－1の例があり，この場合，海区北部には主としてウルメとカタクチの集団がほぼ均等な量で，左右に分かれて混在分布をなし，その周辺に，マイワシ，及びアジが少量混在している。又南部ではカタクチとマイワシが主となって夫々左右に分布しウルメ群が少量混在している。

• イワシ類とアジ類がほぼ均等な量で分布する場合

この例については，昭和30年4月の例がある。この場合B－1の型に入る場合が多い。

単位群を図上にチェックして混在の型を作り，その代表例について列記したが，色々の型により異種間（又は同種内）の相互関係を考察する上の一つの指針が見出されるものと考えられる。例えば，昭和28年6月大量のアジ群が出現し，その混在状況より見て，他種を圧迫するような混在分布を呈している。これと魚群量の推移と比較検討すると，翌29年はイワシ類の魚群量が極めて少い。これは28年のイワシ類（特にマイワシ）の幼仔魚生育期に大量出現したアジ魚群量との間に大きな関連が存在すると思われる。混在状況とこのような相互関係について今後追及する要がある。

2. 各魚種の出現状況について

昭和28年1月から昭和32年12月に於ける調査回数48回の内でB海区内に於ける出現した魚種の季節変化，各魚種の遭遇する傾向について考察しよう。

1）出現種類数の季節変化

全調査回数について，出現した種類は，マイワシ，ウルメ，カタクチ，アジ，サバ，ムロアジの6種類である。季節別にみて，これらの種類の出現種類数は，四年間平均で，Table 1の如くなり，図示すれば，Fig. 5のような傾向を示す。月平均は，3.17種類で，最高は4.5種類，最も少いのは，2.0種類である。

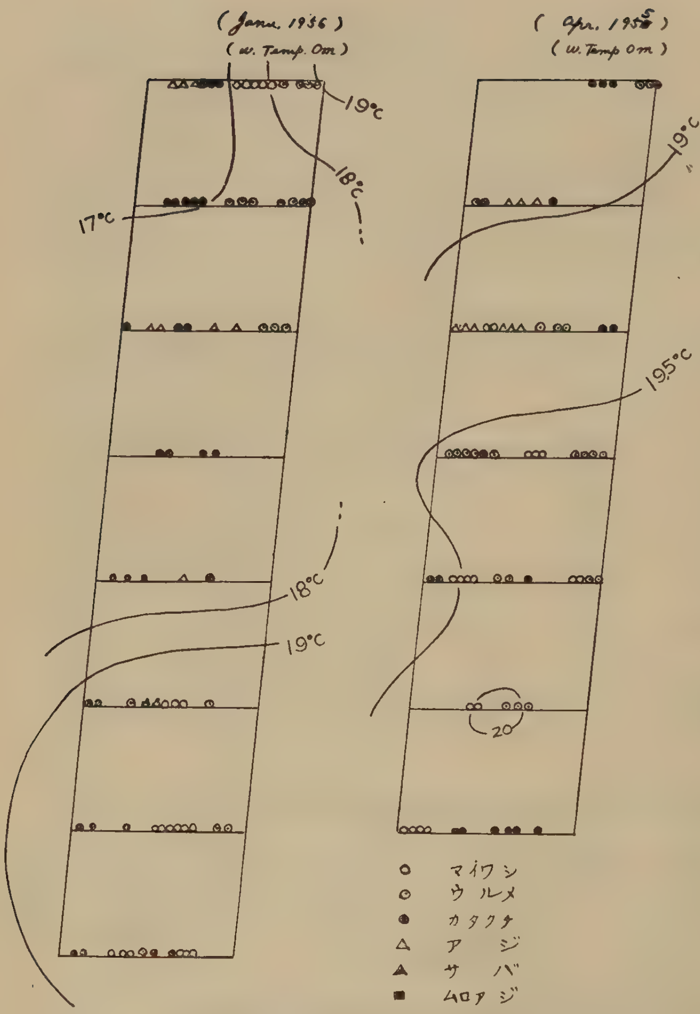


Fig. 4 The examples that some species were appered equivalently.

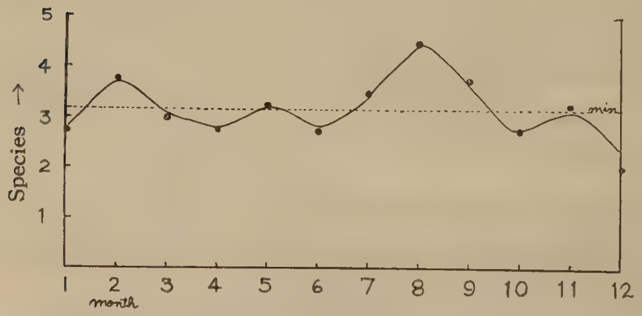


Fig. 5 The number of species appeared at the time of research each month. (average between 1953 to 1956)

これによると，冬季（1月及び12月）は少く，又春季及び秋季は平均よりやや少い，最も多い時期は夏季で8月が最高である。四カ年を通じて冬季は比較的ウルメ及びカタクチが出現する割合が多く，更にカタクチは周年に亘って出現している。ウルメ及びマイワシは冬季から春季にかけて出現率は小くなり，逆にアジの出現する率が大きくなってくる。その後，ウルメは初夏より再び出現率が大きくなり，そして8月頃に多くの種類が出現するようになる。以上が最近四カ年の傾向で各年により多少の差異はあるが，B海区に於いては，大体上記の傾向をたどる。

次に，年間を通じた場合の各魚種毎の出現率を見ると全調査回については Tebl 2の如くなり，その割合はカタクチが最も大きく，ウルメ，アジはほぼ等しく，次いでマイワシ，アジの順となる。

2）各魚種間の遭遇状況について

各調査回に於いて，B海区内に同時に出現した各魚種についてはこれを夫々遭遇したものとして，各魚種間の遭遇割合を検討した。この場合，前述の混在状況，例えば，各魚種が近接して交互に混在する場合や，独立的に遊離して分布する場合等があるが，この場合両者を考慮せず，又各魚種の出現量の大小にかかわらず，B海区内に同時に数種が出現したものは夫々遭遇したものとみなした。

Tabl 3 は，各々魚種が他種に遭遇する割合を月別に示してある。この場合4が最大である（調査年数4カ年)。又この表の合計欄を見ると各魚種間の遭遇する割合は

Table 1 The number of species appeared at the time of research each month.
(* average between 1953 to 1956)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min
the number of species	2.75	3.75	3.0	2.75	3.25	2.75	3.50	4.50	3.75	2.75	3.25	2.00	3.17

Table 2. Apperance rate of each species.

Species	マイワシ	ウルメ	カタクチ	アジ	サバ
apperance rate (%)	58.3	68.7	85.4	66.6	31.2

Table 3. The number of times that one meet with other species (each month).

Species / Month	Sardine					Round herring				Anchovy			Horse makerel		Make-rel	計
	ウルメ	カタクチ	アジ	サバ	ムロ	カ	ア	サ	ム	ア	サ	ム	サ	ム	ムロ	
1	1	1	1	—	—	3	3	—	—	2	—	—	—	—	—	11
2	2	4	3	2	—	2	1	1	—	3	2	—	1	—	—	21
3	1	2	2	1	—	2	2	—	—	3	1	—	1	—	—	15
4	1	2	2	—	—	1	1	—	—	4	—	—	—	—	—	11
5	1	2	1	2	—	2	—	2	—	2	3	—	1	—	—	16
6	2	2	1	—	—	3	2	1	—	2	1	—	1	—	—	15
7	2	2	1	1	—	3	2	3	—	2	3	—	2	—	—	21
8	3	3	4	3	1	2	3	2	1	3	2	1	3	1	—	32
9	2	2	2	1	1	3	2	2	1	2	2	1	1	—	1	23
10	2	3	2	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	11
11	2	2	1	—	1	4	2	—	1	2	—	1	—	—	—	16
12	1	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	5
計	20	26	21	10	3	26	21	11	3	27	14	3	10	1	1	197

夏季に多く冬季には少いことが判る。

次に，調査回数全体を通じてみると，カタクチ対アジの遭遇する割合が最も多く，56.2%（48に対して）次いで，カタクチ対マイワシ及びウルメが多く54.1%，次いでアジ対マイワシ，ウルメとなり，最も少いのはムロアジ対アジ，サバで夫々，2.0%となる。

又，同じく全調査回数について，或1種に対する他のすべての魚種に対する遭遇割合（或は普遍率）を，$\frac{N}{(n-1)S}\times100$（但し，N：或種が他種に遭遇した全数，n：出現した魚種の数，S：調査回数）にて求めると Table. 4の如くなり，カタクチが最も大きく 40.0%，次いでマイワシ，ウルメ，アジの順となっ

Table 4. The number of meeting frequency and the degree of popularity
( ) : degree of popularity

	マイワシ	ウルメ	カタクチ	アジ	サバ	ムロアジ	$\frac{N(100)}{(n-1)S}$
マイワシ	—	(41.6) 20	(54.1) 26	(43.7) 21	(20.8) 10	(6.2) 3	(37.5) 90
ウルメ		—	(54.1) 26	(43.7) 21	(22.9) 11	(6.2) 3	(33.7) 81
カタクチ			—	(56.2) 27	(29.0) 14	(6.2) 3	(40.0) 96
アジ				—	(20.8) 10	(2.0) 1	(33.3) 80
サバ					—	(2.0) 1	(19.1) 46
ムロアジ						—	(4.5) 11

ている。

ここで，イワシ類は互に遭遇する割合は多いが，これと同時に特に，アジ類がイワシ類と遭遇する割合が多いことは，イワシ類の補充機構の研究上大いに注目すべきであろう。

§ 要　　約

1） 日向灘に於けるイワシ類，アジ類の混在状況を，図にチェックして検討した。

2） イワシ類とアジ類の相互関係についてそれらの各魚種の出現状況についてその傾向を考察した。

3） 日向灘の各魚種の遭遇状況について，その遭遇状況及び，普遍率を求めた。

4） イワシ類及び，発生期のずれのあるアジ類について，それらの生育過程との関連を追及する必要があること。

文　　献

1） 相川広秋： 水産資源学総論，(1949)
2） 浅見忠彦： 日水会誌 **19**，4，(1953)
3） 〃 ： 南水研業績集 No. 1，(1953)
4） 神浦藤雄： 南水研報告，No. 5，(1957)
5） 辰喜恭五郎，古川一郎： 日水会誌 **17** 8，9，(1952)
6） 〃 ，浅見忠彦：日水会誌 **17** 8，9，(1952)
7） 横田滝雄： 日水会誌 **17**，1，(1952)
8） 〃 ，古川一郎：日水会誌 **17** 8，9，(1952)
9） 〃 ： 南水研報告 No. 2，(1953)
10） 落 合 明： 日水会誌，**22**，9，(1957)

北部太平洋のメカヂキの釣獲率の変動 *

山 中 一

Valiability of Hooked-Rates for Broadbill Swordfish in the North Pacific

Hajime YAMANAKA

For yellowfin tuna and albacore, species with a high distribution density, several workers have already given considerations in regard to valiability of hooked-rates (Murphy[1], Eliott, Kamimura[2], Suda.[3]). Whereas, for another group of tunas and swordfish known to distribute very sparsely, no effort has been made so far in that regard. The present work deals with the valiability of hooked-rates broadbill swordfish (*Xiphias gladius* Linne) as there are data available for this species more than for any other one in this group of fish.

The data have been obtained from commercial tuna-fishing boats entered at the Tokyo fish-market from Jan, 1953 to Mar, 1956.

It is generally accepted that the catch of the broadbill varies in number depending on different types of mode of operation as was pointed out by Kigawa[4]. These points being taken into account, types of mode of operation have been classified into eight categories as in table 1 to examine changes in the hooked rates for each of them, except type Ⅱ for which few data are available now. Major findings from the examination are these.

1) Type Ⅰ: Despite proximity of model fishing areas one to another, the values of variance in the catch between fishing trips, σ_b^2, and those within a trip, σ_w^2, estimated by analysis of variance are found greatly different from area to area. This seems to invalidate possibility of accepting any principle in the distribution in the model areas. For this resson, it is afraid that a satisfactory result may not be assured when the hooked rates in an area is to be estimated from that of a model area in the vicinity. In addition, the fiducal limit in the average hooked rates for the model areas appears rather variable from area to area and or time to time.

2) Type Ⅲ: The variance within a trip in the model areas does not seem constant since there were a number of trips that yielded no catch at all. Therefore it may not be worth examining fluctuations in the hooking rate for this type of operation by analysis of variance.

3) A marked difference has been observed in the mean value of the hooking rate between types Ⅰ and Ⅲ. From this it may be suggested that the hooking rate of type Ⅰ operation is different in character from that of type Ⅲ.

ま え が き

既に，マグロとしては分布密度が高い魚種であるキハダ，ビンナガについては，釣獲率の変動に関する考察が，MURPHY(1)・ELIOTT・上村(2) 及び須田(3) 等によって行われている。しかしながら，分布密度が低いクロマグロ，メカヂキ，マカヂキ，クロカヂキ等については，このような考察は未だ行われていない。この

---

* 南海区水産研究所業績 第 98 号
昭和32年８月，中国四国支部例会にて要旨講演

うち，メカヂキは釣獲率の資料がかなり得られているので，これを対象として検討を進めた。

マグロ延縄によるメカヂキの漁獲量は，投縄時間，漁具の構造，餌料の種類等の操業形態が異れば，それに伴って変化すると一般に云われており，木川[(4)] もこの点について* 吟味を行っている。

これらの点を考慮して，釣獲率の変動を検討するに先立ち，上記の三項目を基準にして詳しく操業形態を分類してみた。その結果は，第１表に示すように８通りに分類されたが，メカヂキの漁獲を目的とする操業

Table 1. Classification of fishing methods of Swordfish by the mode of operations.

Type of mode of operations: Type number	Type of mode of operations: sub-type number	Time of setting of the gear	Presence or absence of "Nakauke" *	Baits	Fishes chiefly aimed to catch
Ⅰ		night	Presence	Squid	Swordfish
Ⅱ	1	〃	〃	Saury	
	2	daytime	〃	Squid	
	3	〃	〃	Saury	
	4	night	absence	Squid	Big-eyed Tuna or Albacore
	5	〃	〃	Saury	
	6	daytime	〃	Squid	
Ⅲ		〃	〃	Saury	

* "Nakauke"……Float attached at the middle points of the gear for the purpose to hold shallower.

形態の中では，Type Ⅰ の資料が多いので，最初にこの型について釣獲率の変動の吟味を行ってみた。次にメバチ又はビンナガの漁獲を目的とするため，著るしくメカヂキの漁獲が少い操業形態の中では， Type Ⅲ の資料が多いので，この型の釣獲率の変動についても検討を加えた。

なお，Type Ⅱ として一括した６つの型の資料は少ないので，検討から除外した。

この報告を纒めるに当り，終始活発な御意見を寄せられ，又種々の御助言を頂いた須田明氏に深謝する。又，御校閲を頂いた南海区水産研究所長，中村広司氏，同遠洋資源部長，矢部博氏に感謝する。最後に，製図の労をとられた能沢淑子氏に，又附表の計算に協力された岡田真智子氏に謝意を呈する。

Ⅰ. 資 料 及 び そ の 性 格

Model 海域の大きさは２° ** 平方毎とし，釣獲率は釣 1000 本当りの漁獲尾数で示した。

釣獲率の資料は，1953年１月～1956年３月の間，東京魚市場で得られた漁況調査資料から，月別，Model 海域別，操業形態別，航海別に抜き出した。

まえがきに述べたように，資料の多いのは Type Ⅰ と Type Ⅲで，Type Ⅱ に属する資料は少い。又，Type Ⅱ の中では，Type Ⅲ の変形とみられる sub-type 4)～6) は極めて少く，Type Ⅰ の変形とみられる sub-type 1)～3) が大半を占めている。後者で，投縄時間及び餌料に関する記載が不明確な場合，Type Ⅰ との区別が困難になる。したがって，Type Ⅰ の資料の中には，幾分この資料が混入していると思われるが，これは止むを得ない。

* 木川は，メカヂキ漁場で行われているマグロ延縄を，"メカヂキを目的とするもの" "メバチ又はビンナガを目的とするもの" に大別している。前者は，中浮子をつけ餌料として通常スルメイカを用いているが，投縄時間の別から更に "夜縄" と "昼縄" に細分している。平均獲率は "夜縄" は "昼縄" の約２倍，"メバチ又はビンナガを目的とするもの" は "昼縄" よりも著るしく低いことを指摘している。

** 須田によると，北部太平洋のビンナガでは，海況条件が略々同一であると見做され，且つ資料数もかなり多い Model 海域の大きさは最小２°平方が適当であろうと述べている。 メカヂキの場合においても，一応，Model 海域の大きさはビンナガに準じた。

Ⅱ．Type Ⅰ の 場 合

1）釣獲率の分布型及び変数変換

各 Model 海域の資料から，この型の釣獲率の分布型の大略を調べるため $\frac{Vx}{\bar{x}}$ を求めて第２表を得た。

Table 2. The explanation of the model strata and statistical values of Sword-Fish catch per 1000 hooks of Type I by stratum.

Stratum number	Area Lat.	Area Long.	Term	Number of operations	Number of trips	Mean $\bar{x}$	Variance Vx
1	31°~33°N	140°~142°E	Jan,. 1954	104	17	5.4230	17.9522
2	31°~33°N	141°~143°E	Jan,. 1955	176	25	8.9545	48.1694
3	31°~33°N	140°~142°E	Feb,. 1955	237	25	5.7521	17.6134
4	31°~33°N	141°~143°E	Jan,. 1953	95	12	10.5789	46.8847
5	31°~33°N	141°~143°E	Feb,. 1953	134	14	6.6493	20.4550
6	32°~34°N	141°~143°E	Jan,. 1956	117	16	5.7009	18.1598
7	31°~33°N	140°~142°E	Feb,. 1956	137	23	5.0365	12.4472

	$\frac{Vx}{\bar{x}}$	$\lambda = \frac{Vx-\bar{x}}{(\bar{x})^2}$
1	3.3109	2.3467
2	5.3794	2.0447
3	3.0621	2.7895
4	4.4319	3.0825
5	3.0763	3.2025
6	3.1854	2.6086
7	2.4714	3.4230

その値は1.0以上になり過分散であるので，分布型*は負の二項分布に近似すると考えてさしつかえないであろう。したがって，分散分析法によって釣獲率の変動を検討するためには，変数変換の必要が認められる。この場合は，ANSCOMBE[5] によって示された(1)式の形の逆双曲線函数変換を行う。

$$y = \sqrt{\frac{1}{\lambda}}\ \sinh^{-1}\left(\sqrt{\lambda}\ \sqrt{x+\frac{1}{2}}\right) \cdots\cdots (1)$$

$$\lambda = \frac{(\bar{x})^2}{Vx-\bar{x}}$$

x …… 個々の釣1000本当りの漁獲尾数

Vx …… 標本分散

$\bar{x}$ …… 標本平均

λ の値は第２表に示すが，平均すると約2.7となる。計算を簡易化するために，λ≒２と見做して計算を行った。変数変換後の釣1000本当りのメカヂキの漁獲に関する統計量は第３表に示す。この結果は，第２表に示す資料から操業回数が２回以下の航海を除いて計算してある。これは，航海内分散が過大又は過小に現われる怖れがあるからである。又，次の分散の一様性の検討の項で述べているように，中間的な Type Ⅱ に属すると思われる資料は，可能な限り除いて計算してある。なお，(1)式は計算が複雑であるので，種々の λ 及び x に対する y の値を計算して附表１に示してある。

第１図及び第２図に変数変換前と変換後における釣獲率のヒストグラム及び平均値と標準偏差との関係を示す。第１図に示すように，変数変換による正規型への近似効果が認められる。又，平均値と標準偏差の間の相関係数は，変換前では＋0.9511（１％水準で棄却される）であるが，変換後は－0.2239（１％水準で棄却されない）で，無相関と考えられる状態となり，変数変換の効果は認められる。このことは第２図からも窺われる。

* 須田の研究によると，北部太平洋のビンナガの釣獲率の分布型は，負の二項分布に良く適合する事実が認められている。又，$\frac{Vx}{\bar{x}}$ の値は過分散であることが判明している。Type Ⅰ の $\frac{Vx}{\bar{x}}$ の値からおして，この分布型も負の二項分布に近似すると考えてさしつかえないであろう。

Table 3. Statistical values of catch per 1000 hooks when valiables were transformed. These values are caluculated from the data of table 2, excluding the trips in which the number of operations are less than 2 and the data to be assumed of Type Ⅱ.

Stratum number	Number of operations n	Number of trips m	Average number of operations per 1 trips k_0	$\sum_i \sum_j x_{ij}$	$\sum_i \sum_j x_{ij}^2$	$\sum_i \sum_j x_{ij}^2 - C_1$
1	98	14	6.87	132.27	185.2933	6.7693
2	147	18	8.08	226.34	358.5374	10.0354
3	237	25	9.40	322.72	458.7156	19.2717
4	78	11	7.03	121.00	191.6268	3.9217
5	112	14	7.89	158.15	227.3025	3.9862
6	112	15	7.39	149.25	207.9037	9.0147
7	128	18	7.03	167.90	226.7820	6.5444

$\sum_i \left(\sum_j x_{ij}^2 - C_2\right)$	$\sum (n_i - 1) \log \frac{\left(\sum x_{ij}^2 - C_2\right)}{n_i - 1}$
4.1110	−115.36268
7.1305	−177.98161
15.6656	−258.36595
2.7958	− 99.09979
3.5032	−150.14152
7.4526	−117.15968
5.0741	−161.89059

$$n = \sum_i^m n_i \qquad C_1 = \frac{1}{n}\left(\sum_i \sum_j x_{ij}\right)^2$$

$$C_2 = \frac{1}{n_i}\left(\sum_j x_{ij}\right)^2$$

2). 分散の一様性の検定及び平均値の信頼区間

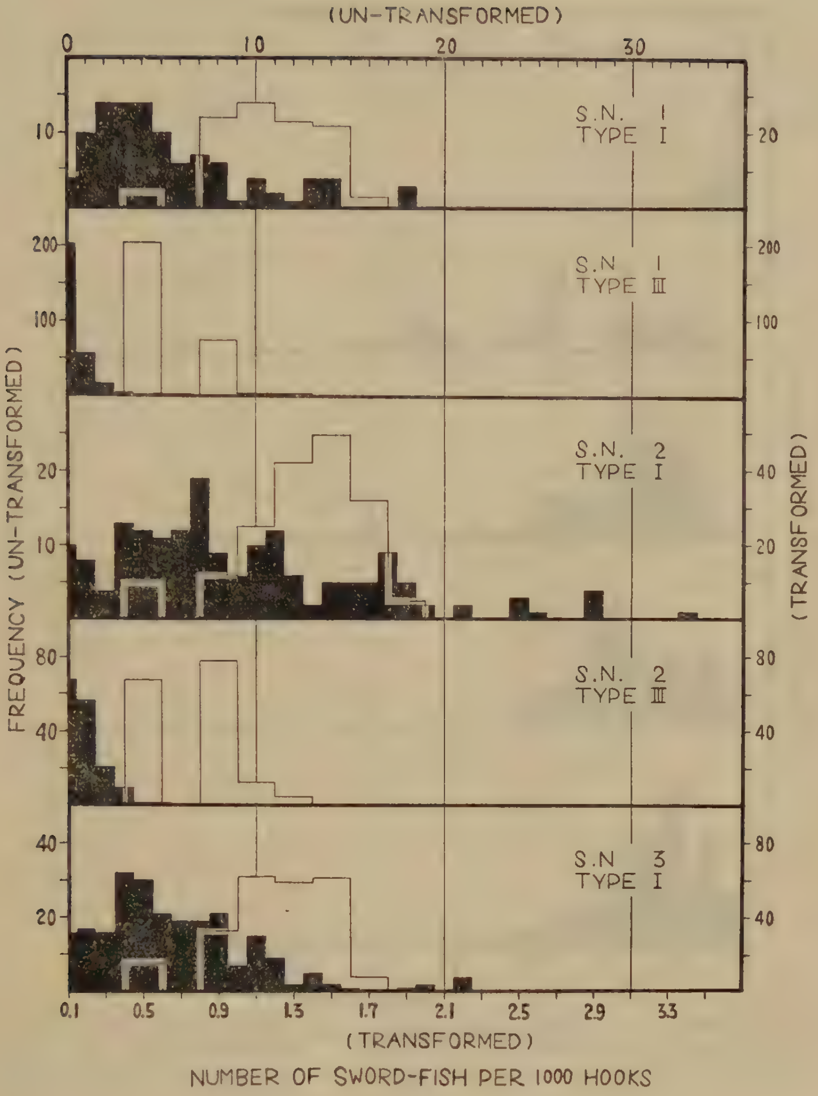
分散分析を行う前に，航海内分散の一様性を調べるため BARTLET 法による検定を行った。その結果，Model 海域１を除き，Model 海域３では５％点において，又 Model 海域２，４，５，６，７では１％点において χ_0^2 の値は有意となった。そこで，χ_0^2 の値が有意になった各 Model 海域の資料について検討した所，Model 海域２，４，５，６，７の資料の中には，少数の Type Ⅱ に属すると思われる資料が混入していることが分った。それらの資料を除いた後の χ_0^2 の値は第４表に示してあるが，χ_0^2 の値は除去前のものと比較すると小さくなり，Model 海域４，５では有意でなく，Model 海域６，７では５％点で有意となった。これらのことから，航海内分散が一様に保たれないのは，Type Ⅱ に属する種々の中間的な操業形態による資料が，記載不備のために Type Ⅰ と区別されずに混入しているためであると思われる。第４表によると，Model 海域２では１％点で尚 χ_0^2 の値は有意である。しかし，χ_0^2 の値そのものはさして大き

Table 4. Test of uniformity of varance within a trip.
The numerals indicate the value of χ_0^2 obtained by Bartlet method.
* ·············· significant at 5％ level
** ·············· significant at 1％ level

Stratum number	Degree of freedom	χ_0^2	$\chi^2_{0.01}$	$\chi^2_{0.05}$
1	13	16,020	27,688	25,472
2	17	34,124**	33,409	30,995
3	24	42,614*	42,980	36,415
4	10	15,341	23,209	21,161
5	13	19,392	27,688	25,472
6	14	27,860*	29,141	26,873
7	17	31,844*	33,409	30,995

くないから，航海内分散の一様性は高いとは云えないが，この程度の大きさなら分散分析には耐えるであろう。

次に，釣獲率の変動を，航海間分散 (σ_b^2)，航海内分散 (σ_w^2) の二つの要因に分けて考え，分散分析で



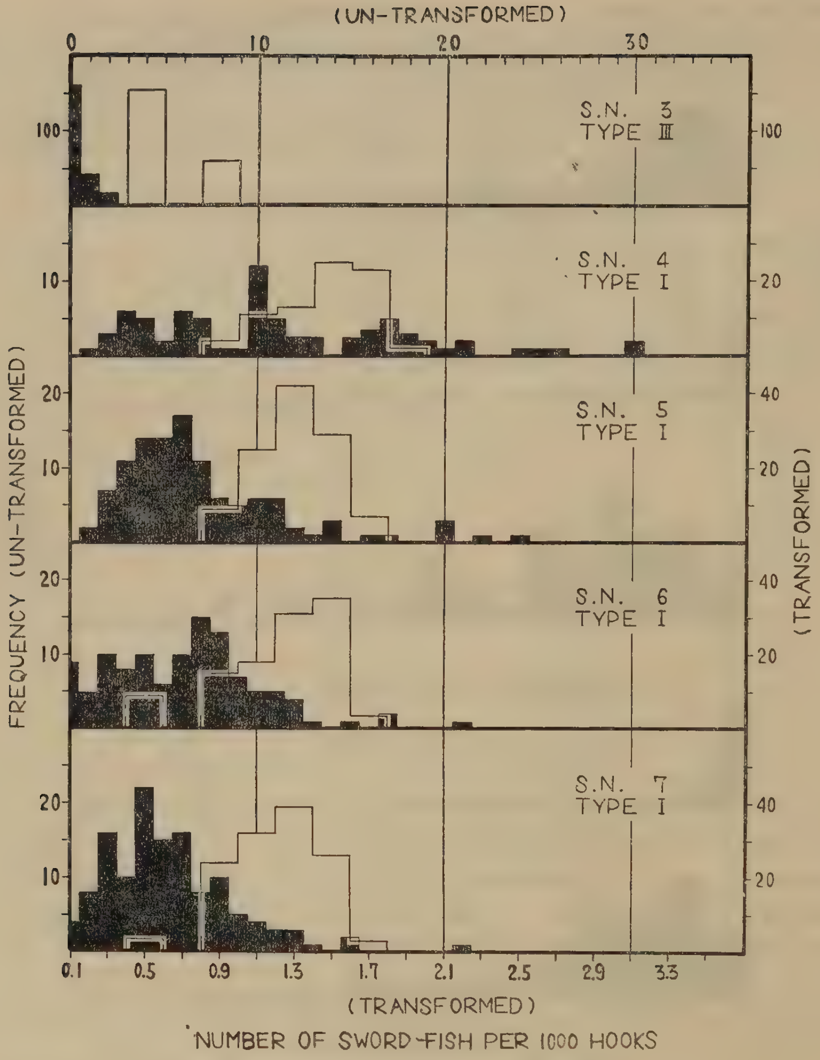
(a)

Fig. 1 Frequency distribution of catches by the model stratum and the type of mode of operations.

■ ………… untransformed

□ ………… transformed in Inverse-Heterdolic-Function

夫々の大きさを推定してみた。その結果は第5表に示す。この表に示されているように，σ_w^2と σ_b^2 の大きさはいづれも Model 海域毎にかなり異っているようである。ビンナガの例では，σ_w^2 の Model 海域間の一様性が高いと云う結果が得られているので，念のためこの場合も検定してみたが，第7表に示すように χ_0^2 の値は1%点において有意となっている。第2表から分るように，資料を抜き出した Model 海域は非常に近接し合っているにもかかわらず，これらから得られた σ_w^2，σ_b^2 は各々非常に異っていて，これら Model 海域の内に法則性と云うようなものは見出せないようである。したがって Model 海域の釣獲率の変動状態から，その近辺の海域のそれを類推してみても，良い結果は得られないであろうし，個々の Model 海域の



(b)

Table 5. Summary of results of test of homogeneity, using analysis of variance of mean hooked-rates of trips, and estimated value of within-trips (σ_b^2) and between-trips (σ_w^2).

Stratum number	Mean square		F	Estimated value of variance		Average number of operations per 1000 hooks
	Within Trips	Between trips		σ_w^2	σ_b^2	
1	0.2045	0.0489	4.18**	0.0489	0.0226	6.87
2	0.1709	0.0553	3.09**	0.0553	0.0143	8.08
3	0.1503	0.0739	2.03**	0.0739	0.0081	9.40
4	0.1126	0.0424	2.66**	0.0424	0.0100	7.03
5	0.0372	0.0358	1.04	0.0358	0.0002	7.88
6	0.1116	0.0761	1.47	0.0761	0.0048	7.39
7	0.0865	0.0461	1.88**	0.0461	0.0058	7.03

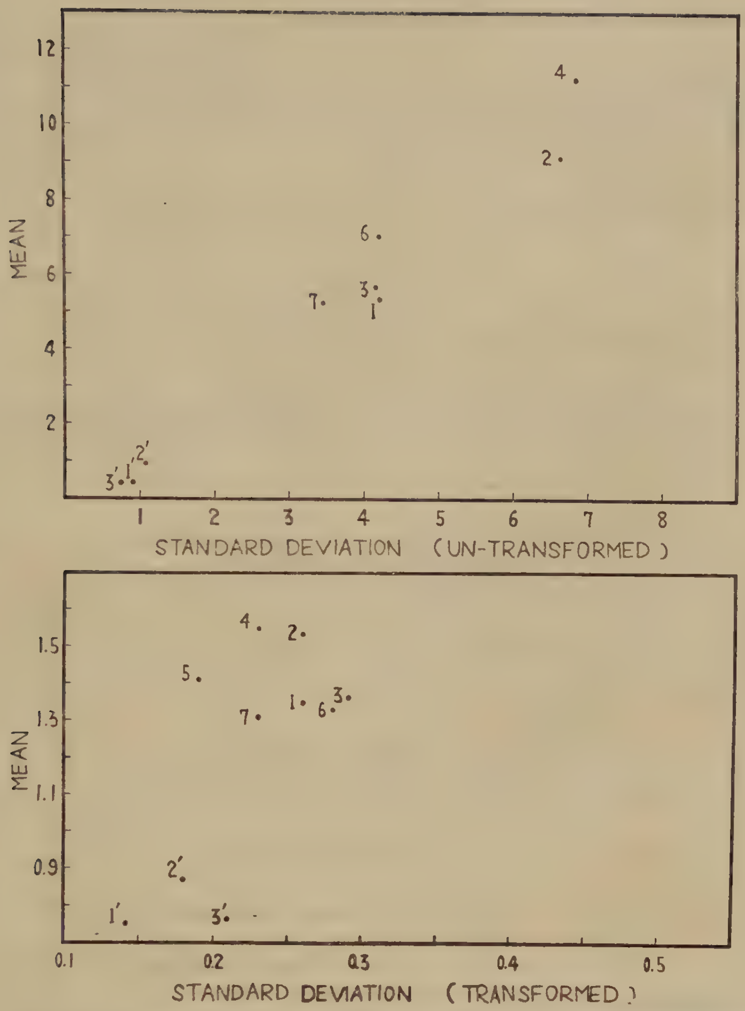


Fig. 2 Relation of mean and standard deviation in the cases of untransformed (upper side) and transformed (lower side). Each points represents the mean and standard deviation correspond to the model stratum of Type I and Type Ⅲ.
1, 2. ············ Type I
1′, 2′. ············ Type Ⅲ

Table 6. Estimated value of standard error by stratum.

Stratum number	σ_w^2	σ_b^2	σ_w^2/mk_0	σ_b^2/m	$\sigma^2_{\bar{x}}$	$2\sigma_{\bar{x}}$
1	0.0489	0.0226	0.0005	0.0016	0.0021	0.0916
2	0.0553	0.0143	0.0003	0.0007	0.0010	0.0632
3	0.0739	0.0081	0.0003	0.0003	0.0006	0.0488
4	0.0424	0.0100	0.0006	0.0009	0.0015	0.0774
5	0.0358	0.0002	0.0003	0.0000	0.0003	0.0344
6	0.0761	0.0048	0.0007	0.0003	0.0010	0.0732
7	0.0461	0.0058	0.0004	0.0003	0.0007	0.0524

Table 7. Test of uniformity of σ_w^2 between model strata by Bartlet method.

Degree of freedom	χ^2_0	$\chi^2_{0.01}$	$\chi^2_{0.05}$
6	299.325**	16,812	15,033

平均釣獲率の信頼巾も，かなり変動に富んだものと思われる。なお，信頼区間は次のような手続きで推定される。

(95%の信頼区間) $\fallingdotseq M \pm 2\sigma_{\bar{x}}$

M …… 平均値

$\sigma_{\bar{x}}$ …… 標準誤差

又 $\sigma_{\bar{x}}^2$ は次式(2)によって推定される。

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2}{mk_0} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$\sigma^2 = \sigma_w^2 + k_0\sigma_b^2$$

m …… 航海数

k_0 …… 1航海当りの操業回数の代表値

各値は，何れも逆双曲線函数に変換されているので，95%の信頼区間を変数変換前の値にもどすには，次式(3)のように計算した。

$$M \pm 2\sigma_{\bar{x}} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sin h^{-1} \sqrt{\lambda}(x + ½)$$

x …… 求めようとする95%信頼区間の変数変換前の値

$$\sqrt{\lambda}(M \pm 2\sigma_{\bar{x}} = \sin^{-1} h \sqrt{\lambda(x+½)}$$

$\sqrt{\lambda}(M \pm 2\sigma_{\bar{x}})$ の双曲線函数の真数を求め Q_1 及び Q_2 と置く。

$$\sqrt{\lambda(x+½)} = Q_1 \quad (\text{又は } Q_2)$$

$$x + ½ = \frac{Q_1^2}{\lambda} \quad (\text{又は} \frac{Q_2^2}{\lambda})$$

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{Q_1^2}{\lambda} - 0.5 \\ \text{又は } x &= \frac{Q_2^2}{\lambda} - 0.5 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (3)$$

上式から求めた Model 海域1～7に関する平均値の95%近似的信頼区間は第8表に示してある。

Table 8. Intervals of 95% fiducal limit of

Stratum number	Mean before transformed (M)	$\sin h^{-1}$ M	$\pm 2\sigma_{\bar{x}}$	$\sin h^{-1}$ M $\pm 2\sigma_{\bar{x}}$	$\sqrt{\lambda}(\sin^{-1} h\, M \pm 2\sigma_{\bar{x}})$ (P)
1	5.5714	1.3581	±0.0916	1.4497 1.2665	2.0502 1.7911
2	9.6735	1.5460	±0.0664	1.6124 1.4796	2.2802 2.0925
3	5.7679	1.3693	±0.0488	1.4181 1.3205	2.0055 1.8675
4	11.2308	1.6020	±0.0774	1.6794 1.5246	2.3750 2.1561
5	7.0625	1.4381	±0.0344	1.4725 1.4037	2.0824 1.9851
6	6.1339	1.3880	±0.0732	1.4612 1.3148	2.0664 1.8594
7	5.3359	1.3402	±0.0524	1.3926 1.2878	1.9694 1.8212

Ⅲ. Type Ⅲ の 場 合

1）釣獲率の分布型及び変数変換

この型の操業回数が多い海域は多数みられるが，Type Ⅰ の釣獲率の分布型及び平均値と比較する意味で，Type Ⅰ の検討の際にとりあげた7個の Model 海域の中から，この型の操業回数の多いものを3個撰び出した。（第9表）

Table 9. Statistical value of Swordfish catch per 1000 hooks of Type Ⅲ by stratum.
Stratum numbers are correspondent to table 2.

Stratum number	Area Lat.	Area Long.	Number of operations	Number of trips	Mean $\bar{x}$	Variance Vx	$\frac{Vx}{\bar{x}}$	$\lambda=\frac{(\bar{x})^2}{Vx-\bar{x}}$
1	31～33°N	140～142°E	285	51	0.4421	0.8038	1.8181	0.5405
2	31～33°N	141～143°E	164	40	0.9207	1.1655	1.2659	3.4628
3	31～33°N	140～142°E	216	37	0.4166	0.5671	1.3613	1.1535

Model 海域1，2，3 の釣獲率の分布型の大略を調べるため，$\frac{Vx}{x}$ の値を求めて第9表を得た。各 $\frac{Vx}{\bar{x}}$ の値は，Type Ⅰ の場合と同じく過分散になり，負の二項分布に近似すると考えて差しつかえないであろう。ただ，$\frac{Vx}{\bar{x}}$ の値からも分るように，Type Ⅰ (第2表参照)の場合よりも分散が小さく，むしろ Poisson 分布に近いようである。又，平均値は Type Ⅰ の方が著るしく高く，この型の10倍近い値を示している。このように，平均値のみならず，分布型においても差異がみられることから，両者の釣獲率は異った性格をもつものと云えよう。

この型の場合にも，Type Ⅰ の場合と同様に，変数変換は逆双曲線函数変換を行った。各 Model 海域の λ の値には差異が見られるが，一応平均すると約1.8となる。計算を簡易化するため，この場合も Type Ⅰ の時と同じく λ≒2とした。

変数変換後の，釣1000本当りの漁獲に関する統計量は第10表に示す。

means caluculated by stratum.

Anti-logarithm of HYTERDOLIC FUNCTION of P (Q)	$Q^2/_2$	$Q^2/_2-0.5$	Value of percentage per mean %	Remarks
3.81958	7.2946	6.7946	122	u. L.
2.91434	4.2467	3.7467	67	L. L.
4.88720	11.9424	11.4424	118	u. L.
3.96103	7.8449	7.3449	76	L. L.
3.64509	6.6433	6.1433	107	u. L.
3.16048	4.9943	4.4949	78	L. L.
5.32907	14.1995	13.6935	122	u. L.
4.33120	9.3796	8.8796	79	L. L.
3.94273	7.7725	7.2725	103	u. L.
3.57125	6.3769	5.8769	83	L. L.
3.88490	7.5462	7.0462	115	u. L.
3.13207	4.9049	4.4049	72	L. L.
3.51343	6.1721	6.6721	125	u. L.
3.00874	4.5262	4.0262	76	L. L.

u. L. …… Upper limits, L. L. …… Lower limits

Table 10. Statistical value of catch per 1000 hooks when variables were transformed.
These values are caluculated from the data of table 9 excluding the trips in which the number of operations are less than 2.

Stratum number	Number of operations n	Number of trips m	Average number of operations per 1 trip k_0	$\sum_i\sum_j x_{ij}$	$\sum_i\sum_j x_{ij}^2$	$\sum_i\sum_j x_{ij}^2-C_1$
1	267	42	6.32	201.49	160.3513	8.2980
2	142	29	4.87	123.42	121.8983	4.6272
3	196	27	7.19	149.79	120.2755	8.8373

	$\sum_i(\sum_j x_{ij}^2-C_2)$	$\sum(n_i-1)\log\dfrac{(\sum x_{ij}^2-C_2)}{n_i-1}$
1	5.4872	−445.95210
2	5.1653	−158.62682
3	7.4892	−250.54346

第1図及び第2図に，変換前と変換後における釣獲率のヒストグラム，及び平均値と標準偏差との関係を示すが，Type Ⅰ の場合と同じく変数変換の効果は認められる。

2）．分散の一様性の検定

分散分析を行うに先だって，航海内分散の一様性を BARTLET の法で検定した結果は第11表に示してあるが，3例中 2例迄 1 % 点において χ^2_0 の値は有意となっている。この2例の資料について調べると，

Table 11. Test of uniformity of variance within a trip.
The numerals without parentheses indicate the values of χ_0^2 obtained by Bartlet method.
The numerals within parentheses indicate the adjusted value based on the data excluding the trips in which the variance of within trip is 0.

Stratum number	Degree of freedom	χ^2_0	$\chi^2_{0.01}$	$\chi^2_{0.05}$
1	41 (30)	190,919** (6,766)	67.01 (50.89)	60.01 (43.77)
2	28	16,574	48.28	41.34
3	26 (24)	50,163** (9,217)	45.64 (42.98)	38.89 (36.42)

Model 海域1では，メカヂキの漁獲尾数が0のため航海内分散が0になった航海数が8個有り，Model 海域3でもこれが2個みられる。更に Model 海域1では，操業毎の漁獲尾数が同一であったため，航海内分散が0の航海数が3個存在している。これに反し，χ_0^2 の値が有意でない Model 海域2では，漁獲尾数が0の航海数は1個に過ぎない。今仮に，これら分散が0の航海を除いて χ_0^2 の値を計算してみると，結果は第11表の ( ) 内に示してあるように，Model 海域1，3共に顕著に小さくなり有意でなくなっている。

以上のことから，Type Ⅲ の操業における航海内分散の一様性を阻むのは，航海内分散が0の航海であるらしいことが窺われる。漁獲尾数が0になるのは，記載の不備によるものではないかと考えて，この点について吟味してみたが，そのような可能性は考えられなかった。したがって，航海内分散が0であっても，その航海を除去すべき理由はないことになる。筆者は，この型の資料が多い他の単位* 海域を撰び，この点について検討してみたところ，漁獲尾数0の航海が含まれない場合はむしろ少いことが分った。

* 緯度1度，経度1度で囲まれた海域。

以上のことから，この型の航海内分散は一様でないと予想され，これを分散分析して，釣獲率の変動について検討を進めても，あまり意味がないように思われる。

以上の結果は，この場合だけに限らず，漁獲尾数が極めて少い魚族について，釣獲率の変動を扱う場合に，この点についての吟味をあらかじめ行っておかないと，詳細な分析を行ってもあまり意味がない場合があることを暗示している。

Ⅳ. 結果についての考察

以上Ⅱ，Ⅲにおいて，釣獲率が低い魚種の1例としてメカヂキを撰び，操業形態が異る Type Ⅰ，Type Ⅲの釣獲率の変動について検討した。

Type Ⅰでは，操業形態に関する記載が不備のため，この型と中間的操業形態である Type Ⅱとを区別出来ない場合がある。このため Type Ⅰの航海内分散の一様性が阻まれている。したがって，変動に関するより詳細な分析が必要とされる時は，操業形態の記載に関する調査を正確に行う必要がある。しかし，このために要する調査と整理の負担が与えられた費用と人員に対して大きい場合は，このような中間的な資料が混入するために，平均値の信頼限界の精度が幾分落ちるのも止むを得ないであろう。

Type Ⅲの場合には，Model 海域内の航海内分散が一様でないと考えられる。その理由についてはⅢの2）で述べたようなことが推定される。今後漁獲尾数が極めて少い魚族の釣獲率の変動を取り扱う場合には，あらかじめこの点についての吟味を行っておく必要があるように思われる。

文　　　献

1）G. I. MURPHY & K. C. ELLIOTT：U. S. Wildlife Service, Spec, Sci, Rept, Fisheries, No. 119, 1954.

2）上村忠夫：南海区水産研究所報告 No. 5，1957.

3）須田　明：南海区水産研究所報告 No, 7，1957.

4）木川昭二：マグロ延縄漁業平年漁況図（南海区水産研究所編輯）

5）F. J. ANSCOMBE：新編統計数値表，河出書房，1954.（cited）

Appendix 1.

Values of Inverse-Heterdolic-Function. $\left(y=\frac{1}{\sqrt{\lambda}}\sinh^{-1}\left(\sqrt{\lambda}\sqrt{x+\frac{1}{2}}\right)\right)^*$

x \ λ	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
0	0.68	0.66	0.64	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54	0.53	0.52	0.52	0.51	0.50	0.48	0.49	0.49
1	1.11	1.03	0.98	0.93	0.89	0.86	0.84	0.81	0.79	0.77	0.76	0.74	0.73	0.72	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
2	1.36	1.24	1.16	1.09	1.04	1.00	0.96	0.93	0.91	0.88	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.78	0.77	0.75	0.74	0.73
3	1.55	1.38	1.28	1.20	1.14	1.09	1.05	1.02	0.98	0.96	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.84	0.82	0.81	0.80	0.78
4	1.69	1.50	1.37	1.29	1.22	1.16	1.12	1.08	1.04	1.01	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.85	0.83	0.82
5	1.81	1.59	1.45	1.35	1.28	1.21	1.17	1.13	1.09	1.06	1.03	1.00	0.98	0.95	0.93	0.92	0.90	0.88	0.87	0.85
6	1.91	1.67	1.52	1.41	1.33	1.26	1.21	1.17	1.13	1.09	1.06	1.03	1.01	0.99	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88
7	2.00	1.73	1.57	1.46	1.37	1.31	1.24	1.20	1.16	1.12	1.09	1.06	1.04	1.01	0.99	0.97	0.95	0.93	0.92	0.90
8	2.08	1.79	1.61	1.50	1.41	1.34	1.28	1.23	1.19	1.15	1.12	1.09	1.06	1.03	1.01	0.99	0.97	0.96	0.94	0.92
9	2.15	1.85	1.67	1.54	1.45	1.37	1.31	1.26	1.21	1.18	1.14	1.11	1.08	1.06	1.03	1.01	0.99	0.97	0.96	0.94
10	2.22	1.89	1.70	1.58	1.47	1.40	1.34	1.28	1.24	1.20	1.16	1.13	1.10	1.08	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	0.96
11	2.27	1.94	1.74	1.61	1.50	1.42	1.36	1.31	1.26	1.22	1.18	1.15	1.12	1.09	1.07	1.05	1.02	1.01	0.97	0.97
12	2.33	1.98	1.77	1.64	1.53	1.45	1.38	1.33	1.28	1.24	1.20	1.17	1.14	1.11	1.08	1.06	1.04	1.02	1.00	0.98
13	2.38	2.01	1.80	1.66	1.56	1.47	1.40	1.35	1.30	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.07	1.05	1.03	1.01	1.00
14	2.43	2.05	1.83	1.69	1.58	1.49	1.42	1.36	1.31	1.27	1.23	1.19	1.16	1.14	1.11	1.09	1.06	1.04	1.02	1.01
15	2.47	2.08	1.86	1.71	1.60	1.51	1.44	1.38	1.33	1.28	1.24	1.21	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08	1.05	1.04	1.02
16	2.51	2.11	1.88	1.73	1.62	1.53	1.46	1.39	1.34	1.30	1.26	1.22	1.19	1.16	1.13	1.11	1.09	1.07	1.05	1.03
17	2.55	2.14	1.90	1.75	1.64	1.55	1.47	1.41	1.36	1.31	1.27	1.23	1.20	1.17	1.14	1.12	1.10	1.07	1.05	1.04
18	2.59	2.17	1.93	1.77	1.65	1.56	1.49	1.42	1.37	1.32	1.28	1.25	1.21	1.18	1.15	1.13	1.11	1.08	1.06	1.04
19	2.63	2.19	1.95	1.79	1.67	1.58	1.50	1.44	1.38	1.34	1.29	1.26	1.22	1.19	1.16	1.14	1.11	1.09	1.07	1.05
20	2.66	2.22	1.97	1.81	1.69	1.59	1.51	1.45	1.39	1.35	1.30	1.27	1.23	1.20	1.17	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06
21	2.69	2.24	1.99	1.82	1.70	1.61	1.53	1.46	1.41	1.36	1.31	1.28	1.24	1.21	1.18	1.16	1.13	1.11	1.09	1.07
22	2.72	2.26	2.01	1.84	1.72	1.62	1.54	1.47	1.42	1.37	1.32	1.28	1.25	1.22	1.19	1.16	1.14	1.12	1.10	1.08
23	2.75	2.28	2.03	1.86	1.73	1.63	1.55	1.48	1.43	1.38	1.33	1.29	1.26	1.23	1.20	1.17	1.15	1.12	1.11	1.08
24	2.78	2.30	2.04	1.87	1.74	1.64	1.56	1.49	1.44	1.39	1.34	1.30	1.27	1.23	1.21	1.18	1.15	1.13	1.12	1.09
25	2.81	2.32	2.06	1.88	1.75	1.65	1.57	1.50	1.45	1.39	1.35	1.31	1.27	1.24	1.21	1.19	1.16	1.14	1.12	1.10
26	2.84	2.34	2.07	1.90	1.77	1.67	1.58	1.51	1.45	1.40	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.19	1.17	1.14	1.13	1.10
27	2.86	2.36	2.08	1.91	1.78	1.68	1.59	1.52	1.46	1.41	1.37	1.33	1.29	1.26	1.23	1.20	1.17	1.15	1.13	1.11
28	2.89	2.38	2.10	1.92	1.79	1.69	1.60	1.53	1.47	1.42	1.38	1.33	1.30	1.26	1.23	1.21	1.18	1.16	1.14	1.11
29	2.91	2.39	2.12	1.94	1.80	1.70	1.61	1.54	1.48	1.43	1.38	1.34	1.30	1.27	1.24	1.21	1.19	1.16	1.14	1.12
30	2.93	2.41	2.13	1.95	1.81	1.71	1.62	1.55	1.49	1.43	1.39	1.35	1.31	1.28	1.25	1.22	1.19	1.16	1.14	1.12
31	2.95	2.43	2.14	1.95	1.82	1.71	1.63	1.56	1.50	1.44	1.40	1.35	1.32	1.28	1.25	1.22	1.20	1.17	1.15	1.13
32	2.97	2.44	2.16	1.97	1.83	1.72	1.64	1.56	1.50	1.45	1.40	1.36	1.32	1.29	1.26	1.23	1.20	1.18	1.16	1.13
33	2.99	2.46	2.17	1.98	1.84	1.73	1.64	1.57	1.51	1.46	1.41	1.37	1.33	1.29	1.26	1.23	1.21	1.18	1.16	1.14
34	3.01	2.47	2.18	1.99	1.85	1.74	1.65	1.58	1.52	1.46	1.41	1.37	1.33	1.30	1.27	1.24	1.21	1.19	1.16	1.14
35	3.03	2.49	2.19	2.00	1.86	1.75	1.66	1.59	1.52	1.47	1.42	1.38	1.34	1.30	1.27	1.24	1.22	1.19	1.17	1.15
36	3.05	2.50	2.20	2.01	1.87	1.76	1.67	1.59	1.53	1.48	1.43	1.38	1.34	1.31	1.28	1.25	1.22	1.20	1.17	1.15
37	3.07	2.51	2.21	2.02	1.88	1.76	1.67	1.60	1.54	1.48	1.43	1.39	1.35	1.31	1.28	1.25	1.23	1.20	1.18	1.16
38	3.09	2.53	2.23	2.03	1.88	1.77	1.68	1.60	1.54	1.49	1.44	1.39	1.36	1.32	1.29	1.26	1.23	1.20	1.18	1.16
39	3.11	2.54	2.24	2.04	1.89	1.78	1.69	1.61	1.55	1.49	1.44	1.40	1.36	1.32	1.29	1.26	1.24	1.21	1.19	1.16
40	3.12	2.55	2.25	2.05	1.90	1.79	1.70	1.62	1.55	1.50	1.45	1.40	1.37	1.33	1.30	1.27	1.24	1.21	1.19	1.17
41	3.14	2.56	2.26	2.06	1.91	1.79	1.70	1.63	1.56	1.50	1.45	1.41	1.37	1.33	1.30	1.27	1.24	1.22	1.19	1.17
42	3.16	2.57	2.27	2.06	1.92	1.80	1.71	1.63	1.57	1.51	1.46	1.41	1.37	1.34	1.31	1.28	1.25	1.22	1.20	1.18
43	3.17	2.59	2.27	2.07	1.92	1.81	1.71	1.64	1.57	1.51	1.46	1.42	1.38	1.34	1.31	1.28	1.25	1.23	1.20	1.18
44	3.19	2.60	2.28	2.08	1.93	1.81	1.72	1.64	1.58	1.52	1.47	1.42	1.38	1.35	1.31	1.28	1.26	1.23	1.21	1.18
45	3.20	2.61	2.29	2.09	1.94	1.82	1.73	1.65	1.58	1.52	1.47	1.43	1.39	1.35	1.32	1.29	1.26	1.23	1.21	1.19
46	3.22	2.62	2.30	2.10	1.94	1.83	1.73	1.65	1.59	1.53	1.48	1.43	1.39	1.36	1.32	1.29	1.26	1.24	1.21	1.19
47	3.23	2.63	2.31	2.10	1.95	1.83	1.74	1.66	1.59	1.53	1.48	1.44	1.40	1.36	1.33	1.30	1.27	1.24	1.22	1.19
48	3.25	2.64	2.32	2.11	1.96	1.84	1.74	1.66	1.60	1.54	1.49	1.44	1.40	1.36	1.33	1.30	1.27	1.24	1.22	1.20
49	3.26	2.65	2.33	2.12	1.96	1.84	1.75	1.67	1.60	1.54	1.49	1.45	1.40	1.36	1.33	1.30	1.27	1.25	1.22	1.20
50	3.28	2.66	2.34	2.12	1.97	1.85	1.75	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.41	1.37	1.34	1.31	1.28	1.25	1.23	1.20

* $\lambda=\frac{(\bar{x})^2}{Vx-\bar{x}}$

x ········· number of fish per 1000 hooks

Vx········· variance

$\bar{x}$ ········· mean

東部印度洋で漁獲されるインドマグロの漁況*

三　村　皓　哉

Fishing Condition of the so-called Indo-magro (*Thinnus maccoyi ?*) in the Eastern Seas of the Indian Ocean.

Koya MIMURA

1. At present the long-line ground for so-called Indo-magro is restricted in the eastern seas of the Indian Ocean, roughly between 100°E. and 125°E., 8°S. and 22°S.. The active season in these seas is from September to March.

2. The seasonal change of the location of the grounds are ;—

a.) September to October, roughly between 8°S. and 15°S., east of 110°E..

b.) November to February, roughly between 8°S. and 20°S., east of 100°E..

c.) March, roughly between 8°S. and 20°S., east of 110°E..

d.) After April the fish is supposed to make southward migration along the west coast of Australia.

3. Following characters are observed in the size composition, as shown in figure 2 and 3.

a.) In the active season, it can be said that there is little difference in the size compositions, either according to the difference of the locations or months. The dominant group is from 140cm. to 170cm. in fork-length, showing the modal length at 155cm..

b.) From April to August, namely out of the season, fishes larger than 150cm. are caught occasionally.

4. From the actual examination of the gonads, it is supposed that the fish caught in the active season is the spawning group.

ま　え　が　き

インドマグロは1952年10月以来，東部印度洋において漁獲されており，現在では印度洋で操業するマグロ延縄漁船の重要な対象魚となっている。その形態が，*Thinnus maccoyi* に類似していることは既に阿部[1]によって報告されている。

筆者は漁況を検討して若干の知見を得たので，ここに報告する。

資料として，東京・焼津・三崎の魚市場で調査した漁船の操業記録（1952年10月以降1956年12月迄に操業を行ったもの）と水揚物の体長測定結果，及び第３黒潮丸**（1953年２月），敬天丸***（1956年１～２月），照洋丸****（1957年３月）の調査結果を使用した。

本文に入るにさきだち，御助言を戴いた南海区水産研究所，中村所長，矢部遠洋資源部長並びに調査に当

---

*　南海区水産研究所業績　第99号

**　第３黒潮丸；水産庁傭船，151t
出港：1953年１月26日三崎　入港；1953年３月12日三崎
南海区水産研究所農林技官上柳昭治，行縄戊理調査のため乗船

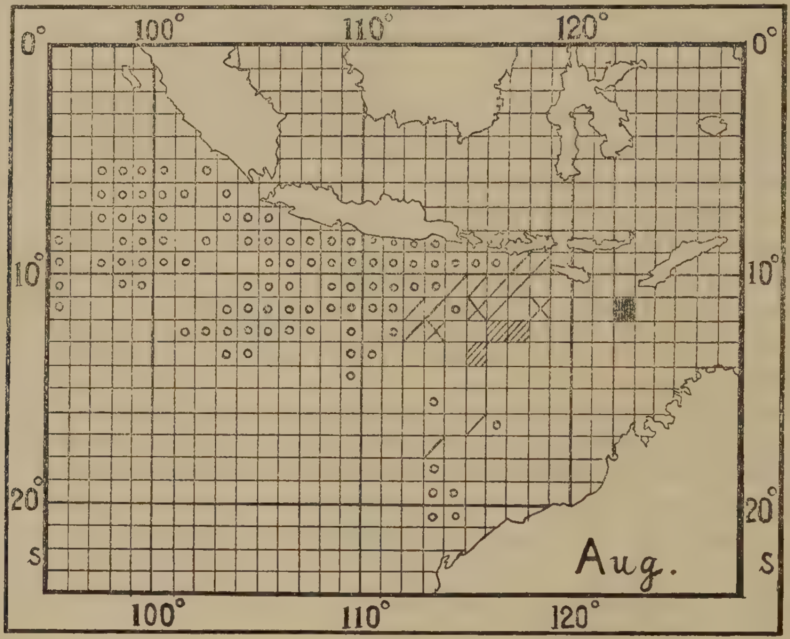
***　敬天丸；鹿児島大学水産学部練習船　256t
出港：1956年１月12日鹿児島　入港；1956年３月５日東京
南海区水産研究所農林技官行縄茂理，渡辺久也調査のため乗船

****　照洋丸；水産庁調査船　450t
出港：1957年１月31日東京　入港；1957年４月26日東京
南海区水産研究所農林技官山中一調査のため乗船

られた南海区水産所研究所遠洋資源部員，神奈川県水産試験場職員に御礼申上げる。又生殖巣の肉眼観察には南海区水産研究所上柳技官を煩わした。ここに厚く謝意を表する。

I. 漁場の推移と魚群の動き

インドマグロの漁獲される海域は，現在資料の得られている範囲内* では極めて限られている。即ち，略々 100°〜125°E のジャワ島・小スンダ列島と濠洲で囲まれた海域のみであって，これ以外の海域では全く漁獲されていない。漁期は略々9月から翌年の3月迄である。



(a)

Fig. 1 (a〜i) Fishing ground by month. Each unit area (separated by 1° longitude and 1° latitude) classified by hooked-rate.
■ ; >2% (hooked-rate), ▨ ; 1.99—1.00, × ; 0.99—0.50,
／ : 0.49—0.01, ○ ; 0.

第1図は月別の漁場図である。1952年10月より1956年12月迄の漁船の操業記録にもとづいて取り纒めたもののうち，漁期を中心として8〜4月のもののみを示した。

作図方法は次の如くである。1.）単位区劃** 毎に年別月別の平均釣獲率を求め 2.）その値を更に年によって再平均して，各単位区劃の年次を通じての月別平均釣獲率を求めた。 3.）この値によって各区劃を次の如くに塗り分け月別の漁場図を作成した。（2.00%以上；塗りつぶし・1.00〜1.99%；▨・0.50〜0.99%；×・0.01〜0.49%；／・漁獲皆無；○）尚，図中記載のない単位区劃は操業記録のない場合である。

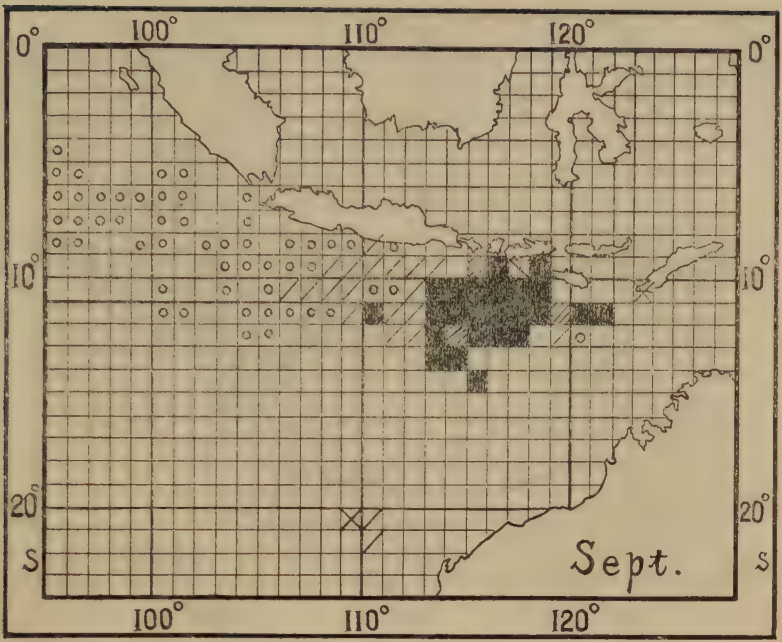
年次を通じて平均したのは，漁場の推移に年による変化が殆ど見られなかったからである。

8月には 112°〜123°E で若干の漁獲が見られるが，釣獲率は低い。9，10月には 110°〜122°E，15°S 以北の海域に2%以上の釣獲率を示す単位区劃が集中的に現われて漁場を形成している。従って魚群は狭い海域内に可成り濃密に分布しているものと考えられる。

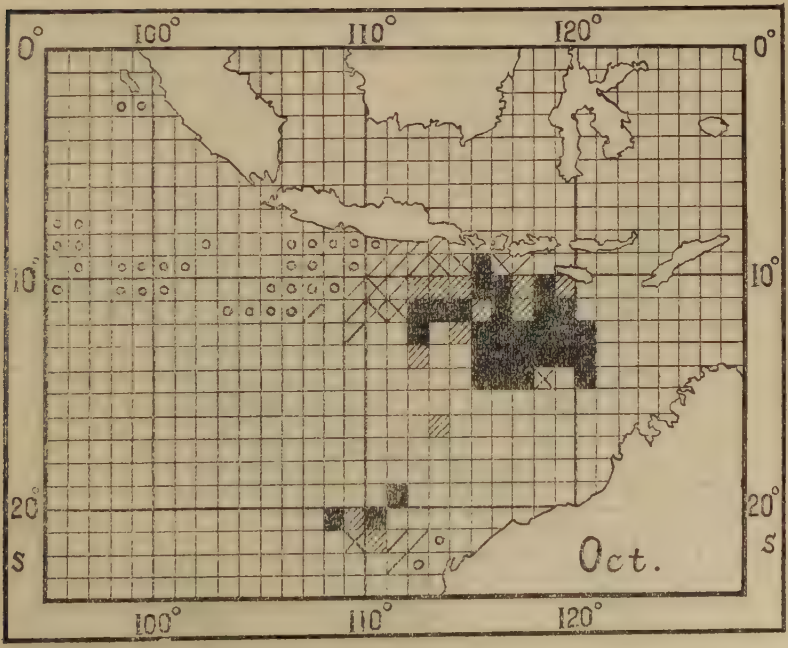
---

* 印度洋及びその周辺における現在迄のマグロ延縄漁船の操業海域は次の如くである。
∘ 15S 以北の印度洋全域 ∘ 濠印諸島海域及びアラフラ海
∘ 濠洲西岸，アフリカ東岸マダガスカル島東岸では略々 25°S 以北の海域

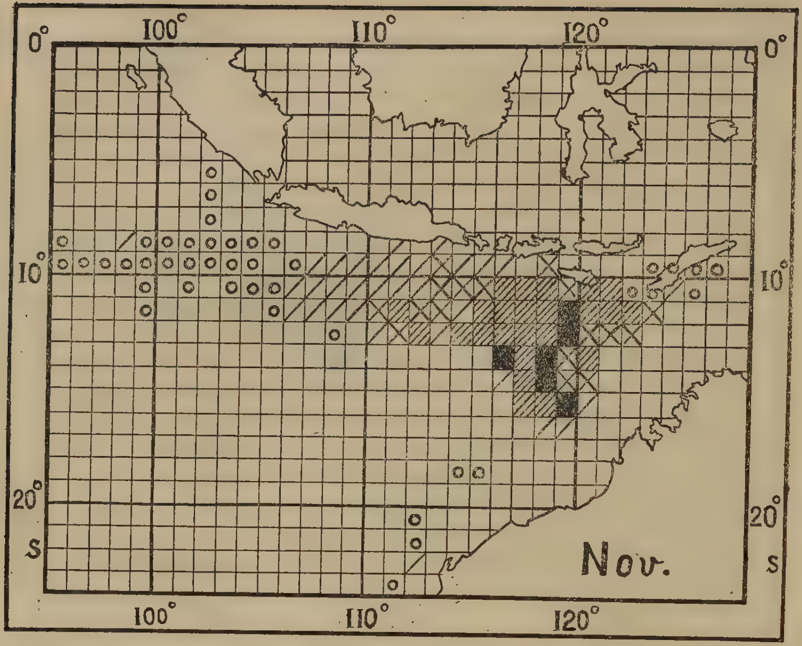
** 緯度，経度各1°の 区劃を単位区劃とした。


0°
100°
110°
120°
0°
10°
10°
20°
20°
S
S
Sept.
100°
110°
120°

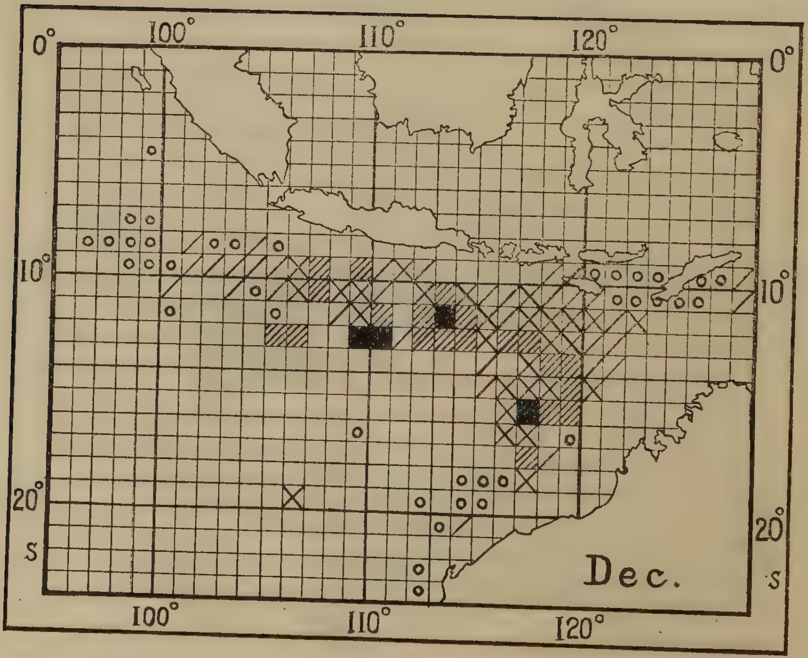
(b)


0°
100°
110°
120°
0°
10°
10°
20°
20°
S
S
Oct.
100°
110°
120°

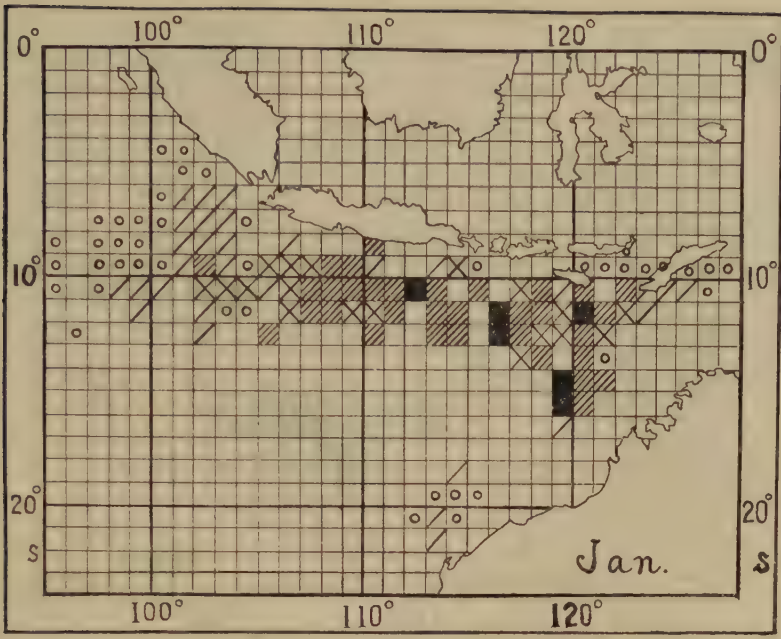
(c)


0°
100°
110°
120°
0°
10°
10°
20°
S
20°
S
Nov.
100°
110°
120°

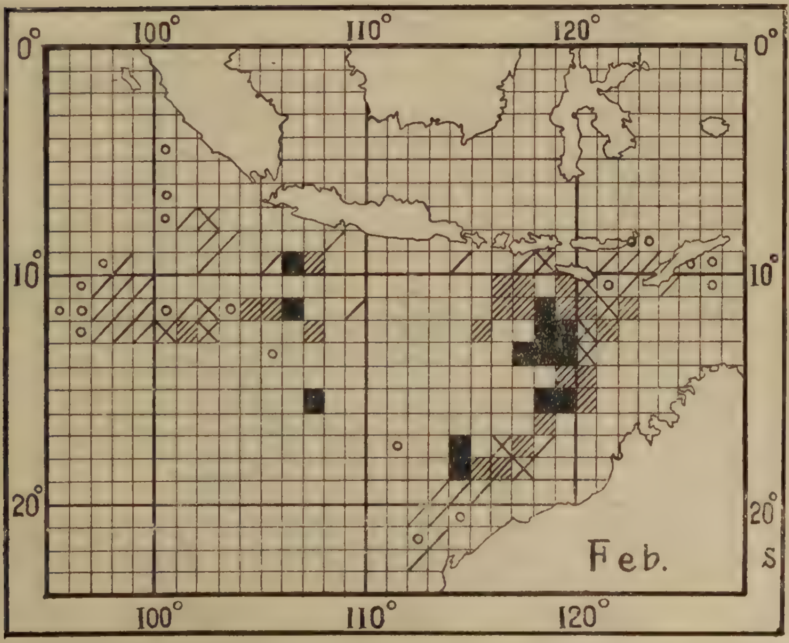
(d)


0°
100°
110°
120°
0°
10°
10°
20°
S
20°
S
Dec.
100°
110°
120°

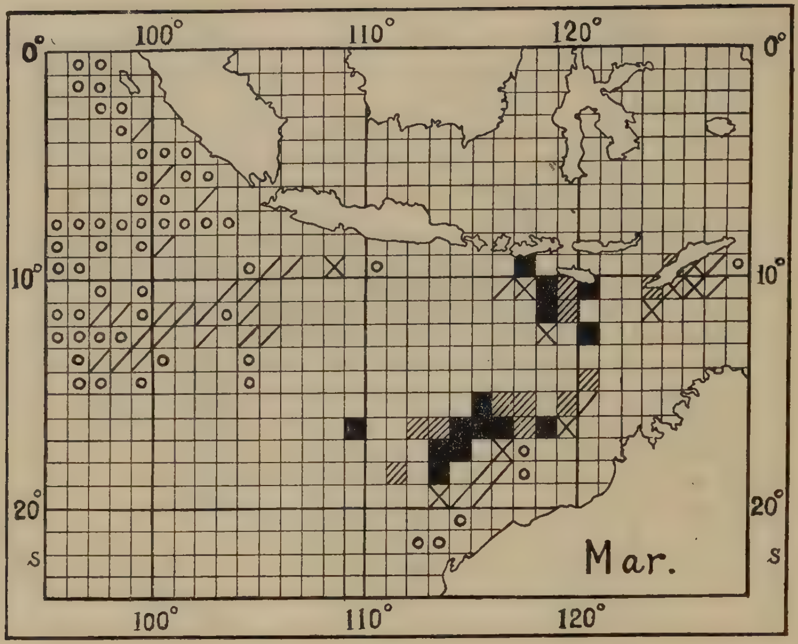
(e)


0°
100°
110°
120°
0°
10°
10°
20°
S
20°
S
Jan.
100°
110°
120°

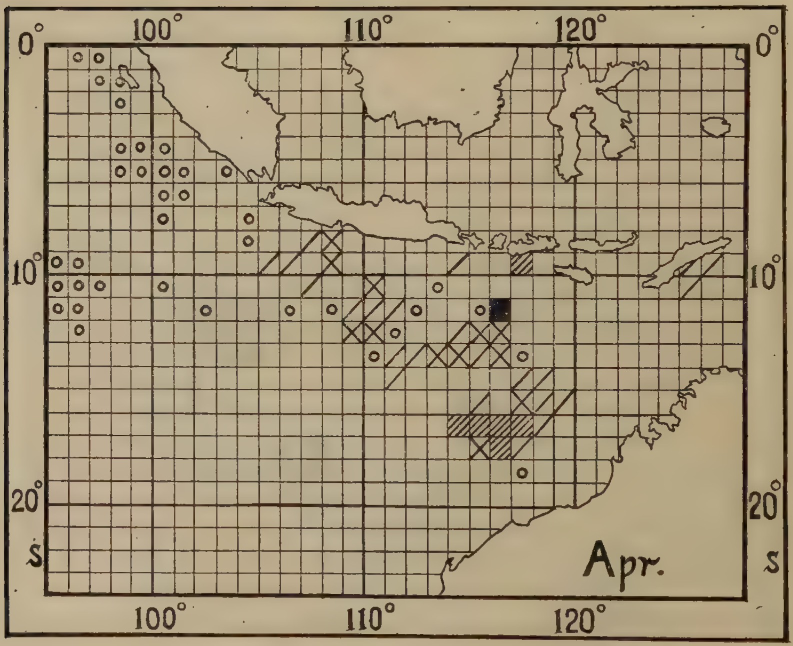
(f)


0°
100°
110°
120°
0°
10°
10°
20°
20°
S
Feb.
100°
110°
120°

(g)


100°
110°
120°
0°
0°
10°
10°
20°
20°
S
S
Mar.
100°
110°
120°

(h)


100°
110°
120°
0°
0°
10°
10°
20°
20°
S
S
Apr.
100°
110°
120°

(i)

11～2月の漁場は 100°E 前後に迄拡がり，9，10月に比して非常に広い。併し 9，10月にみられるような，釣獲率の高い区劃の集中はなく，魚群は広い海域に分散するのであろう。

3月には，漁場は再び 110°E 以東に押しつめられる。2%以上の釣獲率を示す単位区劃は濠洲沿岸と小スンダ列島沿岸に分離した形となって現れている。併し中間の海域の資料が不充分なので，果して各々分離した漁場であるか否かについては確められない。100°～110°E の海域でも若干の漁獲はみられるが，0.01～0.49% の低い釣獲率しか示していない。即ち，魚群は再び 110°E以東に濃密になるものと考えられるが，濠洲沿岸に釣獲率の高い点から，9，10月に比して魚群は稍々南の海域に多くなっているものと思われる。

4月に入ると，2%以上の釣獲率を示す単位区劃は殆どなくなっているが，1.00～1.99%の値を示す区劃は濠洲沿岸に多い。

5月以降の魚群の動きは漁場図によって追跡する事は出来ないが， 1.）3月には濠洲沿岸で釣獲率が高くなり，4月に残存した魚群も濠洲沿岸に多い点 2.）インドマグロ漁場の東・西・北に接する海域即ち，アラフラ海，バンダ・フローレス海，印度洋洋心部等では周年操業が行われているにも拘らず，インドマグロの漁獲が皆無である点，等から濠洲西岸に沿って南下すると考えるのが最も妥当であろう。

以上述べたインドマグロ漁場の推移は，同海域に形成されるキハダ・ビンナガ漁場と深い関連をもっており，且つそれらは，海況に影響される所が大きいのが認められている*。 これについては，稿を改めて報告する。/

Ⅱ. 釣獲率にみられる季節変化

Table 1. Mean hooked-rate by month.

Month \ Fishing Season	Sept. '53 Mar. '54	Sept. '54 Mar. '55	Sept. '55 Mar. '56	Sept. '56 Dec. '56
Sept.		3.80	2.88	3.68
Oct.	1.74	2.89	2.21	4.34
Nov.	1.39	0.60	0.94	1.02
Dec.	0.99	0.77	0.87	0.76
Jan.	1.19	0.94	1.23	
Feb.	1.73	1.22	1.41	
Mar.	2.16	2.66	1.25	

第1表は漁場全般にわたっての月別平均釣獲率である。月によってインドマグロが漁獲される海域の広さが異なっているので，固定した漁場範囲がきめられない。このため各月毎に比較的釣獲率の高い海域を区切って，その内部の単位区劃の釣獲率の平均値を求めた。この方法によると漁場範囲の取り方によって得られる値は可成り異なったものになる。併し第1表に示されたように，各年次の月による変化が略々一致している点からみて，大まかな傾向を把握する場合には，左程大きな誤りは生じないと考えられる。

9，10月には，2～4%と最も高い釣獲率を示し，11～2月は 0.5～1.5% と低くなっている。3月には 1～3%と再び高い値に戻っている。

平均釣獲率の高い9，10月及び3月は，第1図において漁場が 110°E以東の狭い海域に形成される月であり，0.5～1.5%の低い値を示す11～2月は漁場が西の海域まで拡がっている月である。

即ち，釣獲率は漁場の広さに強く影響されている事になり，前節に述べた魚群の集合，分散の裏付けになるものと考えられる。

Ⅲ. 魚体の大きさ** について

調査された魚体で最大のものは 189cm 最小のものは 121cm であった。併し最も出現率の高いのは 140～170cm のもので，120～140cm，170～190cm の体長級のものは稀にしかみとめられていない。

* 漁況が海況と深い関連を有している事は，既に太平洋，印度洋で漁獲される幾つかの魚種において知られている。2) 3) 4) 5) 6) 7)

** 魚体長はすべてfork-length によっている。

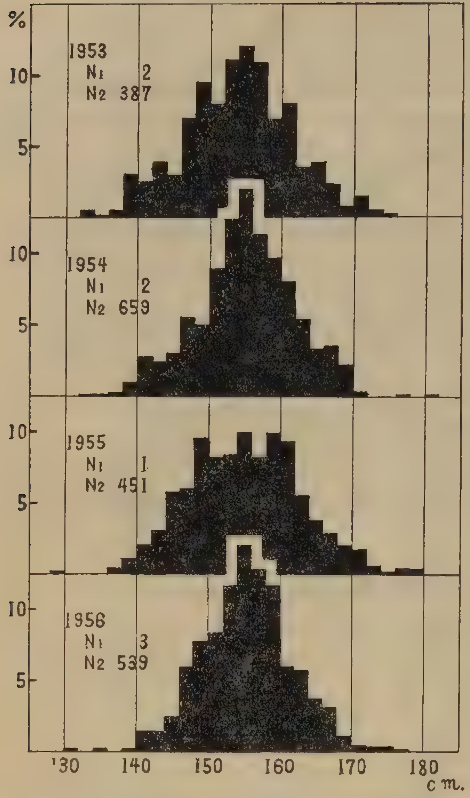


Fig. 2 Length frequency distributions (percentage) by year (Sept.—Nov.). 10°—15°S., 110°—125°E.
N_1; Number of ship
N_2; Total number of fish investigated

第２図は年別の体長組成である。資料の最も多い，110°〜125°E，10°〜15°Sの海域で，９〜11月を採って図示した。

各年次とも，漁獲物の略々 95% は 140〜170cm の体長級のものによって占められている。体長群の分離は見られず，単純な単モードの組成を示し，モードの位置は略々 155cm である。

即ち体長組成には年による変化は認められない。

第３図は 105°〜125°E の海域を 15°S 以北と以南に分け，且つ，各々を１〜３月，４〜８月，９〜11月と季節別にして各々の体長組成を図示したものである。

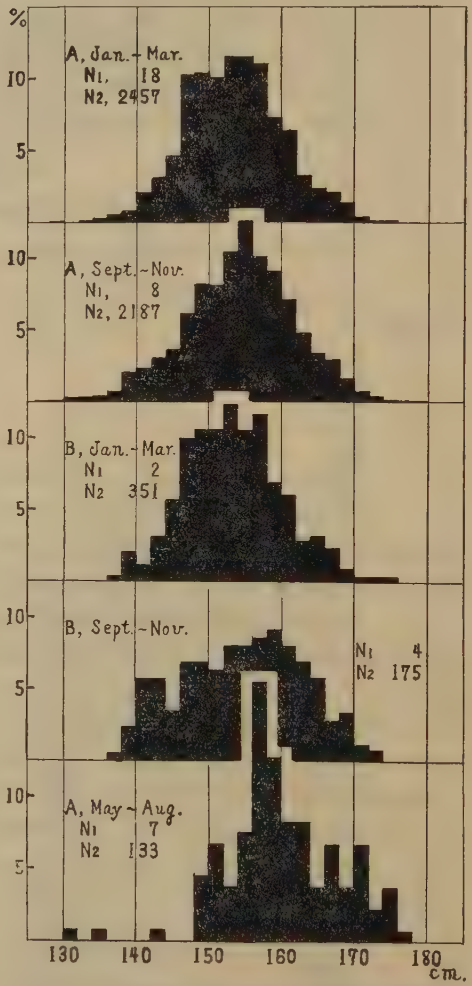


Fig. 3 Length frequency distributions (percentage) by season and sea area.
A ; North of 15°S., 105°—125°E.
B ; South of 25°S., 105°—125°E.
N_1; Number of ship
N_2; Total number of fish investigated

第２図の結果にもとづいて，年変動についての考慮は除いた。

１〜３月，９〜11月の漁期内においては，15°S 以北でも以南でも，第２図と略々同様な特徴をもった体長組成を示している。４〜８月の間，即ち漁期を外れて稀に漁獲されるインドマグロは資料は少ないが，殆ど 150cm 以上のもので，この時期に残っているのは可成り大型のもののみであると考えられる。

以上を要するに，１.）漁獲されるのは殆ど140〜170cm の一定した体長級のものであり，２.）漁期内では，年によっても，海域によっても，季節によっても殆ど変化がなく，３.）その体長組成は体長群の分離しない単純な形を示している。４.）漁期

外に残存しているものには，やや特徴があり，可成り大型の魚体のものが多いと思われる。

1.）〜3.）から，この海域に漁期中に現われるインドマグロは資源的に一つの集団を構成している可能性が強いように思われる。

Ⅳ．調査船による魚体及び生殖巣調査の結果についての考察

第３黒潮丸・照洋丸・敬天丸による調査結果を総合して若干の考察を加えた。

Table 2.; Body length and gonad weight from the 3 investigation vessels.

Date of Investigations and Name of Ship	Locality	Body Length (cm.)	Gonad Weight (g.)	Sex
No. 3 Kuroshio Maru 18th Feb. '53〜 22th Feb. '53	9°−11°S. 121°−123°E.	167	5900	♂
		165	3900	♂
		159	3400	♂
		157	2900	♂
		169	3400	♂
		170	3500	♂
		172	2100	♂
		165	2600	♂
		153	4100	♀
		154	3000	♀
		152	2200	♀
		157	2900	♀
Keiten Maru 31th Jan. '56〜 1st Feb. '56	13°−15°S. 102°−103°E.	143	3363	♂
		150	2250	♂
		155	2500	♂
		158	2580	♂
		161	3040	♂
		144	1820	♀
		146	1550	♀
		147	1840	♀
		152	2180	♀
	15°−16°S. 102°−103°E.	179	2550	♂
	19°−20°S. 100°−101°E.	171	1320	♂
		−	802	♂
Shiyōyō Maru 15th Mar. '57〜 21th Mar. '57	25°−26°S. 99°−100°E.	158	368	♂
		165	398	♂
		158	563	♂
		167	503	♂
		158	983	♂
		164	683	♂
		165	555	♂
		161	548	♂
		155	263	♂
		155	480	♀
		153	458	♀

第２表に調査月日，調査位置，漁獲したインドマグロの体長* 生殖巣重量，性別を掲げた。漁獲されたインドマグロは 140〜170cm の体長のもので漁船から得られた資料と大差ない。

敬天丸・照洋丸の調査海域は 100°E 線にそっていて，インドマグロの分布海域としては西に偏っている。敬天丸は15°〜20°S で１月31日と２月１日に９尾の漁獲をあげているが，照洋丸は３月の調査で15°〜20°S では漁獲が少なく25°〜26°S で比較的多い。４月以降には魚群は濠洲西岸にそって南下するであろうと云う推定は既に述べたが，３月中旬に25°〜26°S でインドマグロを確認した照洋丸の調査は，この推定と一致している。又，照洋丸は 24°〜27°S の 94°〜95°E，89°〜90°E でも調査を行っているが，インドマグロの漁獲は皆無で本種の分布が濠洲沿岸に限られたものである事を裏書きしている。

* 第３黒潮丸の調査では，生殖巣重量の測定を行った個体についてのみ記載した。尚，照洋丸，敬天丸の調査では漁獲されたインドマグロすべての生殖巣重量測定を行っている。

生殖巣は第３黒潮丸によって調査された個体は雌雄共にすべて2000g以上，敬天丸によって調査された個体及び照洋丸が 15°〜16°S で調査した個体は 1500g 以上の肥大したものによって占められている。

併し，照洋丸が 19°〜26°S で調査したものは，すべて 1000g 以下であって，前記のものに比して甚だ小さい。

第３黒潮丸の調査海域は漁場の中央部に近く，敬天丸は漁場の西端で調査を行っている。併し照洋丸の調査海域は殆どが 25°S 以南で本文で述べた漁場より南に偏している。又時期的にも終漁期であって，調査の対象となった魚群は南下中ではないかと考えられるものである。

漁場内部で漁獲されるインドマグロは肥大した生殖巣を有し，終漁期に南の海域で漁獲されるものは生殖巣が小さいと云う事は注目される。

第３黒潮丸に乗船した上柳技官，敬天丸に乗船した行縄技官の肉眼観察によれば，両調査によって得られた肥大した生殖巣は雌雄共に成熟の段階の進んだものであった。照洋丸では船上の肉眼観察結果は不明であるが，ホルマリン漬にして持帰った卵巣（25°〜26°S，99°〜100°Eで採集，卵巣重量 480g）を観察した結果，それが放卵後の stage にあるものと推定された。

このことから照洋丸が25°〜26°Sで調査した生殖巣重量の小さな魚群は放卵後のものである可能性が考えられる。

1.） 漁場内部で漁獲されるインドマグロが肥大した生殖巣を有し，且つそれらが成熟の段階の進んだものである点　2.）終漁期に南の海域で漁獲されるインドマグロは，生殖巣が小さく，放卵後と推定される状態のものである点　から考えて小スンダ列島・ジャワ島と濠洲によって囲まれた海域に，９〜３月に現われるインドマグロは産卵群であろうと考えられる。

要　　約

1.）インドマグロは 100°〜125°E のジャワ島，小スンダ列島と濠洲で囲まれた海域のみで漁獲される。漁期は９〜３月で漁期の始めと終りに特に釣獲率が高い。

2.）９，10月には 110°〜120°E，10°〜15°S の海域で魚群が濃密になるが，11〜２月には 100°E 迄漁場が拡がり魚群は分散する。３月には 110°〜120°E に再び集積されるが，その中心は９，10月に比して南の海域に移る。４月以降は魚群は濠洲西岸に沿って南下するものと考えられる。

3.） 漁期中に漁獲されるインドマグロの体長組成は，年によっても，季節によっても，海域によっても殆ど変化がない。その特徴として次のような点があげられる。 イ.）140〜170cm の体長のものが，全体の95%を占めている。 ロ.）体長群の分離しない単純な組成を示し　ハ.）155cm 前後にモードを有している。これらの点から漁期中に現われるインドマグロは，資源的に一つの集団を構成している可能性が強いように思われる。

漁期外，即ち４〜８月に漁獲されるインドマグロは 150cm 以上の大きなものによって占められている。

4.） 調査船によって行われた生殖巣重量の測定結果及び生殖巣の肉眼観察の結果を総合して考察した所により，現在漁獲されているインドマグロは産卵群と考えられる。

文　　献

1.）阿部宗明，1955　日本水産学会誌　Vol. 21　No. 1
2.）中村広司，1954　水産科学　No. 14
3.）三村皓哉，1957　南海区水産研究所報告第５号　南海区水産研究所業績 76号
4.）南海区水産研究所刊，1954　マグロ延縄漁業平年漁況図　昭和27年度版
5.）山中　一，1957　南海区水産研究所報告第４号　南海区水産研究所業績 68号
6.）藪田洋一・行縄茂理，1957　南海区水産研究所報告第５号　南海区水産研究所業績 80号
7.）須田　明，1957　南海区水産研究所報告第４号　南海区水産研究所業績 67号

印度洋のキハダ漁況
特に釣獲率と体長組成の経年変化*

三村皓哉

Study of the Fishing Condition of the Yellowfin in the Indian Ocean, especially on the annual differences of the Hooked-rate and Size Composition.

Koya MIMURA

As the results of the comparisons of the hooked-rates and size compositions of recent few years in the seven areas of the seas of the Indian Ocean between 5°N. and 13°S., where are the most excellent grounds for yellowfin, the following phenomena are recognized in each area;—

a.) The hooked-rate is the highest in the year when the ground was first exploited, and it drops gradually year by year (Fig. 1).

b.) The modal size of the principal catch become smaller year after year (Fig. 2—7).

At present situation of the knowledge, these phenomena are considered as below;—

1.) The decrease of the large fishes, larger than 130 cm. in fork-length, is supposed to be within the bounds of possibility that it is caused by the influence of the fishing. Whereas the fluctuation of the abundance of the small ones, smaller than 130 cm. in fork-length, is thought to be natural.

2.) From above supposition, the decrease of the hooked-rate is supposed to be caused by the decrease of the large sized ones.

3.) Furthermore, from a.) and b.) it is supposed that the migration of the yellowfin, especially large ones, seems to be rather localized.

I. 緒言

印度洋は1952年10月に，その東部の海域で操業が行われて以来，急激にマグロ延縄漁場として発展した。漁場は赤道を中心として，略々5°N～13°Sの巾をもって年々西に伸び，1955年11月には，50°E 線を越してアフリカ東岸にまで達している。

この間，漁獲の主対象となったキハダは高釣獲率を示し，大型漁船の好漁場として多数の出漁をみた。併し，1956年に入ると，印度洋全域で釣獲率が低下し，出漁船に不安をもたらしている。

筆者はこれに着目して印度洋の漁況を検討して来た。その結果，可成り注目すべき現象を見出している。とりあえず本文でその現象を報告し，若干の考察を加えるが，今後も引き続いて更に慎重に検討を加えて行く予定である。

本文に入るにさきだち，種々適切な御助言を戴いた南海区水産研究所中村所長，同所遠洋資源部矢部部長，上村技官に謝意を表すると共に，調査に当られた南海区水産研究所遠洋資源部部員並びに，神奈川県水産試験場職員に感謝する。

南海区水産研究所業績 第103号

Ⅱ. 資　　料

南海区水産研究所の調査計画にもとづいて，東京・焼津（南海区水産研究所担当）三崎（神奈川県水産試験場担当）の魚市場調査によって得られた資料を使用した。調査は各漁港において漁船の操業記録の聴取と水揚物の体長測定* を行っている。本文では1952年10月以降1956年12月の間の操業資料を取り纒めた。

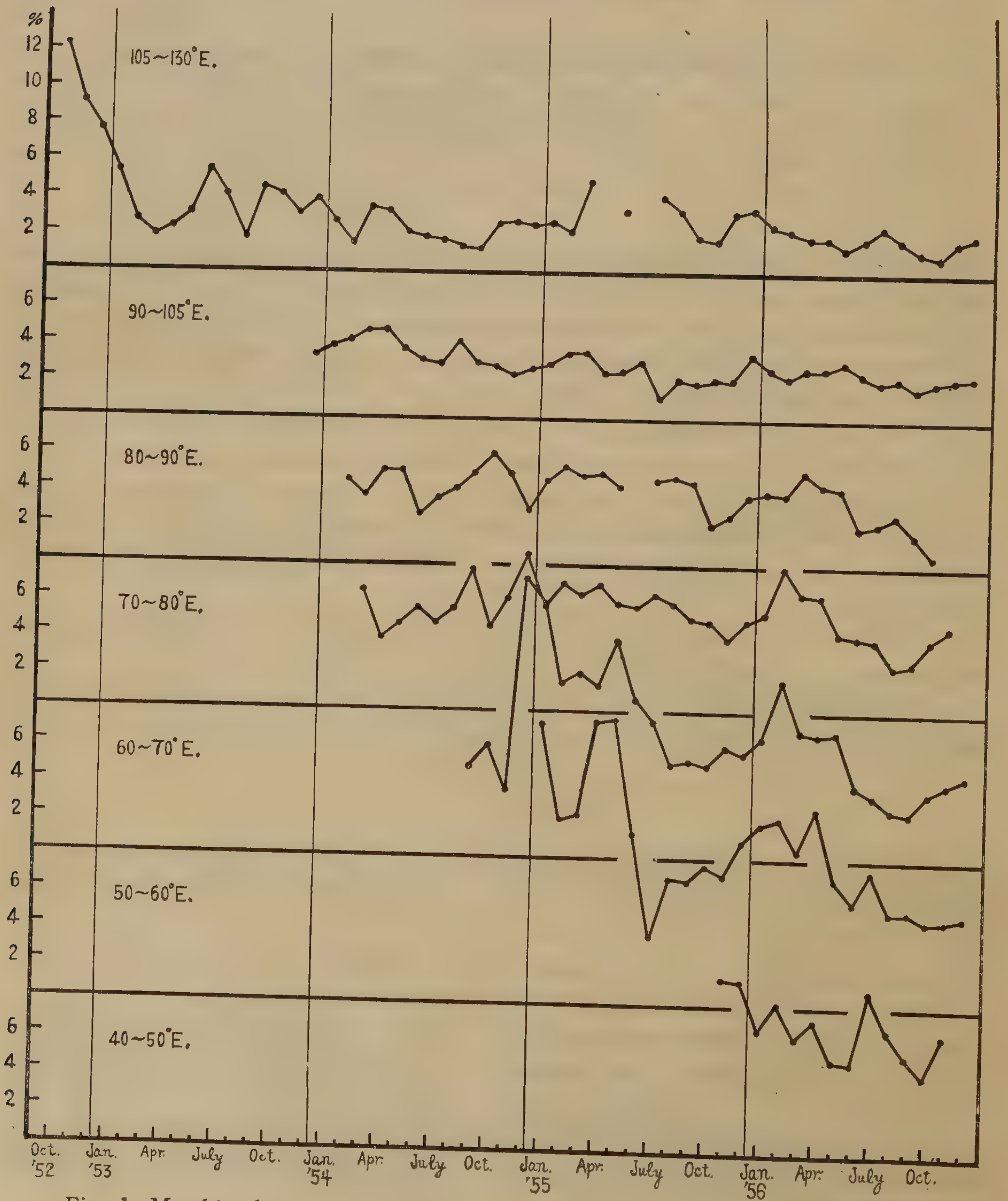


Fig. 1 Monthly change of the mean hooked-rate in each sea area. (5°~13°S.)

* 体長として fork-length を使用している。

Ⅲ. 釣獲率の海域差と季節変化

キハダは略々3°N〜10°Sの海域に濃密に分布している。(平年漁況図)* 第1図はこの海域を中心とし，南北に更に若干の巾を持たせて，5°N〜13°Sの海域を取り，経度10°毎に区切って** 7つの海区に分け，各海区毎に年月別の平均釣獲率*** を求めて図示したものである。

この図において直ちに認められるのは，a.）操業を開始した当初に釣獲率が高く，以後漸次低下を示す現象。b.）各海区に略々共通して認められる季節変化。c.）同一年次，同一時期の各海区の釣獲率を比較してみられる海区間の釣獲率の差。であろう。

a.）の現象は，本報文における検討の重点となるため，改めて別項にとりあげることとし，先ず b.）及び c.）について検討する。

i 東西の海域差

資料が略々印度洋全域から得られるようになった1955年以降の各海区の値を比較しよう。1955年は90°E以東では5%以下，70°〜80°Eでは4〜7%，70°E以西では5〜16%となっており，東から西の海区に移るにつれて釣獲率が高くなっている。1956年には全海区で釣獲率が低下し，西と東の海区の差は前年程著しくないが，矢張り同様な傾向が認められる。

即ち，印度洋では東から西の海域に移るにつれて，漸次釣獲率が高くなっている。(平年漁況図)

但し後述する如く，操業開始後年次の経過に伴なって釣獲率の低下する現象が認められているが，西の海域では操業開始後2年間の資料しか取り纏めていないので，更にこの現象が持続する可能性も考えられる。したがって将来も続いて釣獲率の西高東低が認められるかどうか，換言すればこの特徴が，印度洋に個有のものであるかどうか，と云う点については更に資料の充実をまたねばならない。

ii 季節変化

105°〜130°Eの海区を除く他の海区では，可成り一致した季節変化が認められる。即ち，略々1月から7月にかけての年の前半に釣獲率が高く，8〜12月に低い。この現象は50°〜70°Eで殊に顕著である。70°〜105°Eの各海区では稍々不明瞭になるが**** 略々似通っていることは認められる。(平年漁況図)

105°〜130°Eの海区は小スンダ列島・チモール島の沿海である。印度洋の最東端に位置し，且つ島沿いの海域であって105°E以西の各海区とは可成り条件を異にしている。このため他の海区と異なった季節変化を示し，(平年漁況図) 11〜1月に釣獲率が高く他の季節に低い。*****

Ⅳ. 釣獲率の経年変化

第1図には既に述べたように操業開始当初に釣獲率が高く，以後年次が経過するにつれて漸次低下する現象が認められる。

即ち105°〜130°Eの海区では1952年10月〜12月には7〜13%と高い釣獲率を示しているが，1953年には2〜6%と低下し，1954年には1〜3%と更に低くなっている。1955年には1〜4%と若干増加しているが，1956年には1〜3%と再び低下している。又，50°〜60°E，60°〜70°Eの両海区では，1955年の1〜5月には9〜16%であるが1956年の同時期には6〜11%と低下している。これらの海区では操業開始直後の1年間に比して，2年目の釣獲率は著しく低下していることになる。90°〜105°Eの海区でも，稍々不明瞭であるが，略々同一の傾向をもっているのが認められる。

---

* 以下，平年漁況図[1]と上註する項については，1957年度版マグロ延縄漁業平年漁況図（1958年発行予定．南水研）に詳細を記述するので参照されたい。

** 海域によってキハダ漁場の南北の限界が稍々異なるため，南北巾を広くとり，又105°E以東の海域は略々独立した漁場となっているので，105°〜130°Eを1つの海区とした。

*** 緯度・経度各1度の区劃毎に平均釣獲率を求め，その値を更に各海区内で平均した。

**** 70°〜105°Eで不明瞭になるのは，キハダの分布の濃密な海域の南縁部（略々8°S以南）で，キハダとビンナガの混獲を目的とする操業が多く行われるため，キハダの釣獲率に偏りを生ずるものと考えられる。

***** 第1図でこの季節変化が不明瞭なのは，海区の切り方が機械的なため，漁場の構造と充分合致しないのが原因と考えられる。

70°〜80°E，80°〜90°Eの両海区では，上述の海区とは稍々異なった経年変化を示している。操業を開始した1954年には，70°〜80°Eでは4〜8％，80°〜90°Eでは2〜6％の釣獲率を示しており，2年目の1955年にも両海区とも略々前年と似通った値を示している。併し3年目に当る1956年の釣獲率は前2年に比して低下している。

このように，操業開始後2年目に低下する海区と3年目に低下する海区とがあり，又操業開始後稍々年次を置けば，105°〜130°Eにみられるように，若干の高まりを示す年もあるが，いずれにしても各海区共に操業開始当初の釣獲率が高く，以後年がたつにつれて漸次低下する傾向を有していることは注目されねばならない。

このような経年変化が，何等かの自然の原因（環境条件・産卵・洄游その他漁獲の影響以外のすべての要因を含める）にもとづくものであると考えるためには，各海区で操業を開始した年が，いずれも釣獲率の高い年であったと云う偶然性を仮定しなくてはならない。

このことは，経年変化の要因の一つとして，漁獲の影響が作用していることを暗示するものであろう。

更に立入った考察は，後章において体長組成の経年変化について検討を行った上で，改めて行うことにする。

V．体長組成の経年変化

印度洋は日本から遠距離のため，比較的大型の漁船によってのみ操業が可能である。

殊に80°E以西の海域は，マグロ漁船としては最大級の350t以上の船型によってのみ操業されている。これらの漁船は殆どすべてが，急速冷凍設備を有し，漁獲物の一部若しくは全部をフィレーまたは丸のままで* 凍結して帰港する。これらの凍結魚は殆ど冷蔵庫や加工業者に直接水揚げされるので，市場調査によって体長を測定することは不可能である。

従って本文では，印度洋で操業する漁船としては比較的小型な凍結設

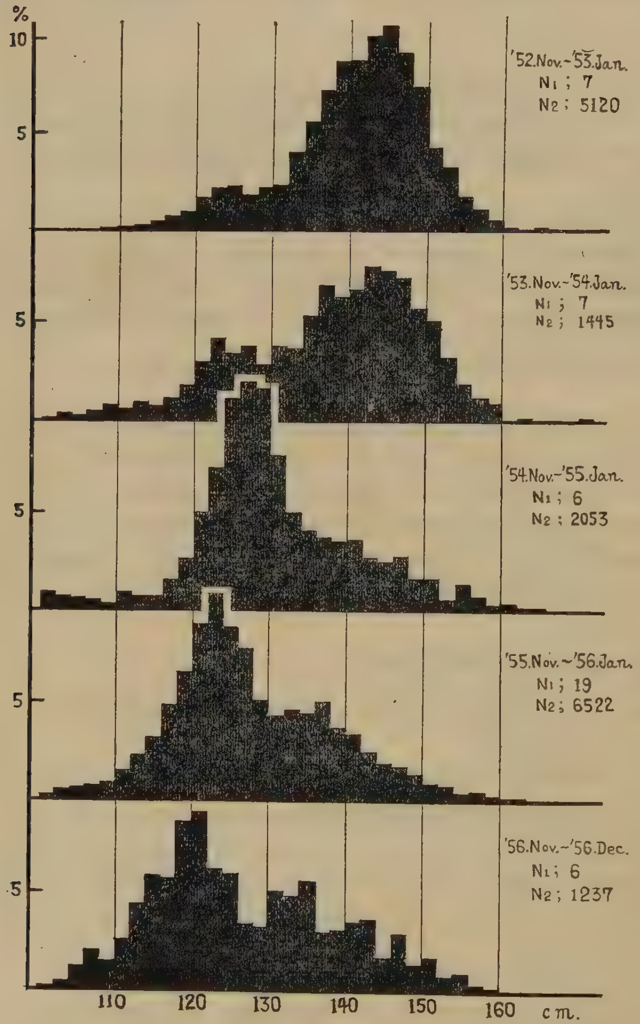


Fig. 2 Annual length frequency distributions (percentage) of yellowfin, taken in the waters around the Lesser Sunda Islands and Timor (8°〜12°S., 110°〜130°E.).
N_1; Number of ship investigated.
N_2; Total number of fish measured.

---

* フィレーによる凍結は大型魚，丸冷凍は130cm以下の比較的小型のものを行う場合が多い。このため漁獲物の一部だけを凍結して帰港した場合でも得られた体長組成は全く歪んだものとなり，考察の資料とはなし得ない。

備をもたない船型によって多く操業されている東部印度洋についてのみ検討した。

尚，バンダ・フローレス海においても，東部印度洋におけると略々同様の現象が認められているので，ここでは同海域をも含めて報告する。

i. 小スンダ列島・チモール島沿海

第2図は8°〜12°S，110°〜130°Eの海域で最も釣獲率の高い11〜1月（本年漁況図）の体長組成を年別に示したものである。

100cm以下のものも漁獲されてはいるが，その割合が少ないので，ここでは100cm以上の体長のものを対象として検討した。

図は体長級の巾を2cmとし，各体長級の出現尾数の総尾数に対する100分比を示している。*

最初の漁期即ち1952年11月〜1953年1月には，略々145cmに Mode が認められ，この Mode を中心とした130〜160cmの Modal Group が漁獲物の最も大きな比重を占めている。これと別に110〜130cmにも小さな Modal Group が認められる。

1953年11月〜1954年1月には130〜160cmの Modal Group は稍々小さくなり，100〜130cmのものの出現率は増加している。

1954年11月〜1955年1月には前述の二漁期とは異なった組成を示している。即ち110〜130cmの Modal Group の占める割合が急激に増加し，これに反して130〜160cmの Modal Group は激減している。

1955年11月〜1956年1月及び1956年11月〜1956年12月の二漁期の体長組成は，1954年11月〜1955年1月のものと類似している。即ち110〜130 cmの体長群が優勢を示し，130 cm 以上のものの出現率は小さい。併し Mode の位置が年々徐々に小さな体長級に移行するのが認められる。

以上の如く，この海域の体長組成には110〜130cmと130〜160cm に2つの Modal Group が認められる。

漁場開発後最初の漁期には130〜160 cm のものが極めて優勢を示しているが，2年目には稍々その比重を減じ3年目には逆に110〜130 cm のものが卓越して，年々小型化している。4年目以降においては，120〜130 cm に現われる Mode の位置は年々若干宛小型の体長級に移行しているが，110〜130 cm の群が卓越している点は3年目と同様である。

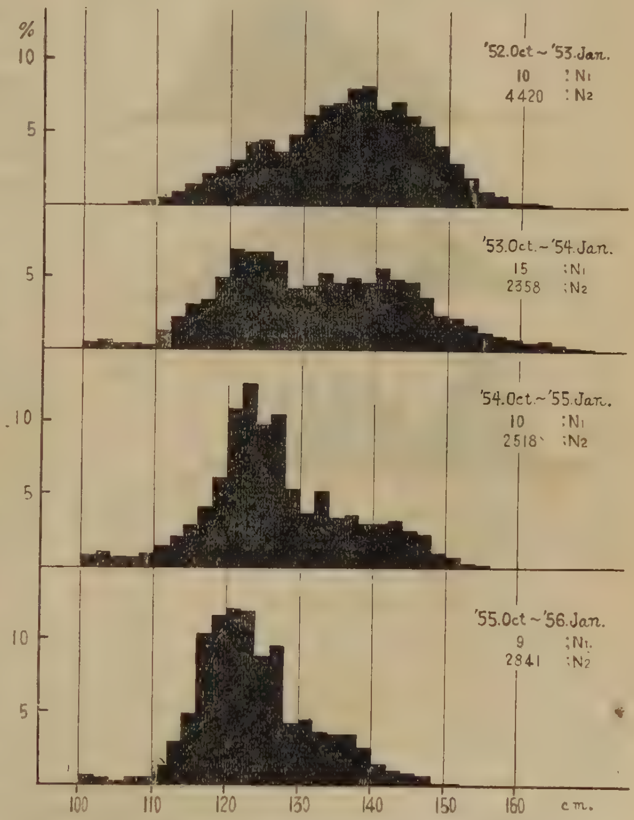


Fig. 3 Annual length frequency distributions (percentage) of yellowfin, taken in the Banda-Flores Sea.
N_1; Number of ship investigated.
N_2; Total number of fish measured.

ii. バンダ・フローレス海

---

* 以下の海区においても同様の方法をとった。

バンダ・フローレス海が本格的にマグロ延縄漁場として開発されたのは，1952年10月以降であって，小スンダ列島・チモール島沿海が開発されたのと相前後している。漁期も略々似通っているが[2]（平年漁况図），ここでは資料の最も多い10～1月をとって年別の体長組成を検討した。（第3図）

この海域でも110～130cmと130～160cmとにそれぞれ Modal Group が認められる。

110～130 cm の Modal Group は 1952 年10月～1953年 1 月の漁期より，1953年10月～1954年 1 月，更に1954年10月～1955年 1 月と年々その出現率を増し，130～160 cm のものは逆に年々減少している。

即ち，1952年10月～1953年 1 月には130～160cmの Modal Group が優勢を示し，1953年10月～1954年 1 月には両 Modal Group の割合が略々似通ったものとなり，1954 年 10月～1955 年 1 月及び 1955 年 10月～1956年 1 月には110～130 cm のものが卓越して，年々小型化している。この傾向は小スンダ列島・チモール島沿海における傾向と略々一致している。

iii. 8°～13°S・80°～100°Eの海域

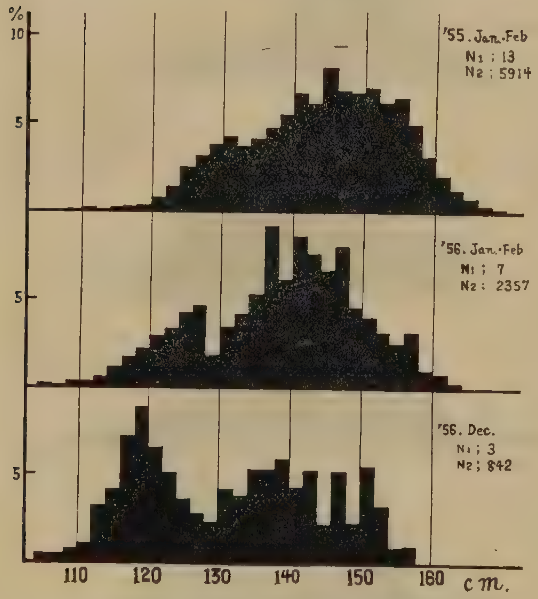


Fig. 4 Annual length frequency distributions (percentage) of yellowfin, taken in the waters 8°～13°S., 80°～100°E..
N1; Number of ship investigated
N2; Total number of fish measured.

この海域は小スンダ列島・チモール島沿海の西に隣接している。印度洋におけるキハダの分布から考えると，濃密に分布する海域の南縁に当っており，キハダの釣獲率は赤道附近に比して稍々落ちるが，ビンナガとの混獲が期待されるため季節によっては漁船の集中度が可成り高い。（平年漁况図）ここで資料の最も多い1，2月をとってその体長組成を第4図に示した。

この海域では1954年にも若干操業が行われているが，体長の資料は得られておらず，操業が多くなり，体長の資料が得られ始めたのは1955年以降である。

操業開始の年次は前述の二海域より遅れているが，年々の変動傾向は似通っている。即ち，1955年1，2月には140～155 cm の体長級の出現率が最も高く優勢を示している。体長群の分離は稍々不明瞭であるが，130cmに小さな Mode の存在は認められる。

1956年1，2月には出現率の高い体長級は135～148cmとなり，又体長群が分離して110～130cmの Modal Group が明らかになる。

1957年の資料を欠いているので，1957年1，2月の体長組成の代りに 1956 年12月の組成を参考迄に載せた* 。ここでは体長群の分離が明瞭になり，110～130cm，130～160cmにそれぞれ Modal Group が認められるが，出現率の最も高い体長級は120cm前後である。

以上の如く，組成は1955年1，2月，1956年1，2月，1956年12月と年々小型のものの割合を増している

iv. ベンガル湾

0°以北，80°E以東のベンガル湾内の体長組成を第5図に示した。この海域は印度洋では最も北の海域であって，4～6月の極めて短期間だけ漁場となる。（平年漁况図）操業は1954年から始められた。

* この海域では，1954年と1955年の12月には資料が得られていないので，12月と1，2月の間に月による魚体の変化があるか否かについては確められない。このため，12月の資料を代用することが妥当であるかどうかと云う点については問題が残っている。

この海域の体長組成は各年次とも，体長群の分離が極めて不明瞭である。併し出現率の最も高い体長級は1954年には130〜145cm，1955年には125〜140cm，1956年には120〜130cm となって，年々小型のものの割合が多くなっていることは既に述べた海域と同様である。

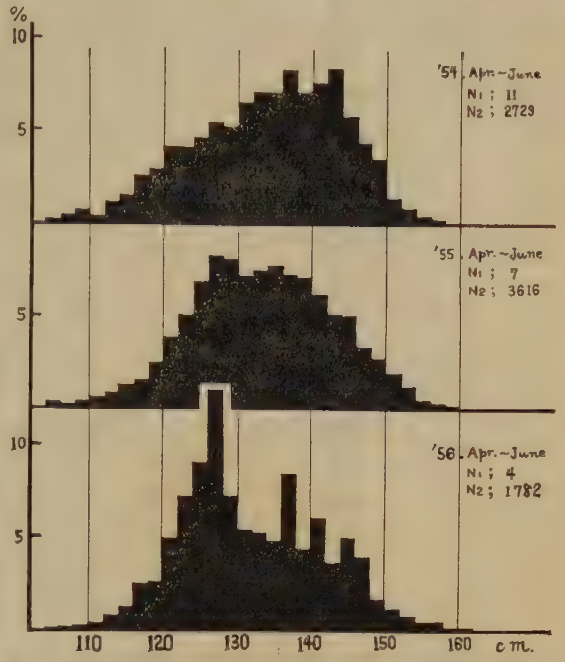


Fig. 5 Annual length frequency distributions (percentage) of yellowfin tuna, taken in Bengal Bay (north of 0°, 80〜100°E.)
N_1; Number of ship investigated.
N_2; Total number of fish measured.

以上東部印度洋の三海域及びバンダ・フローレス海の体長組成の経年変化について述べた。ここで最も注目される点は各海域に共通してみられる年々の魚体の小型化である。

即ち，操業開始の年次は，小スンダ列島・チモール島沿海及びバンダ・フローレス海は 1952 年，8°〜13°S，80°〜100°E の海域では1955年，ベンガル湾は1954年とそれぞれ異なっており，且つ海域によって Mode の位置等細部には若干相異が認められるが，各海域共最初の年には130cm以上の群が主となって漁獲され，2年目には稍々小型のものが増加し，3年目には130cm以下の群が卓越すると云う傾向については全く一致している。

第2図〜第5図は百分率によって示されているため，漁獲物の各体長級の割合についての知見は得られても，各体長級の魚群量の消長についての知見は得られない。この点について更に検討を加えるため第6図及び第7図を作成した。

両図は資料の最も長期にわたって得られている小スンダ列島・チモール島沿海とバンダ・フローレス海について，年次別に各体長級の百分率（体長級の巾は10 cm とした）と釣獲率の相乗積を示したものである。

釣獲率が魚群密度に比例し，且つ漁獲物の体長組成がその海域の漁獲対象となる魚群の体長組成を代表するものとすれば，各体長級の百分率×釣獲率によって，各体長級の魚群量を相対的に比較することが可能となろう。

上述の二海域の釣獲率・各体長級の出現率及びその積は第1表・第2表に示してある。

第6図から1952年11月〜1953年1月には，130〜140cm，140〜150cm，150〜160 cm の魚群が卓越していたことがわかる。併しこれらの魚群は1953年11月〜1954年1月には急激に減少しており，1954年11月〜1955年1月にも更に減少している。1955年11月〜1956年1月，1956年11〜12月にも極めてゆるやかではあるが減少傾向が認められる。その結果資料の得られている最後の漁期である1956年11月〜12月の魚群量は最初の漁期に比して著しく少なくなっている。即ち130〜160cmの魚群は年々極めて明瞭な減少を示している。

一方，100〜110cm，110〜120cm，120〜130cmの魚群量は，1952年11月〜1953年1月には130 cm 以上の魚群量に比して著しく少ない。以後の漁期による変動をみると，1953年11月〜1954年1月には殆ど変化がなく，1954年11月〜1955年1月，1955年11月〜1956年1月には稍々増加している。併し1956年11〜12月には再び少くなり，1952年11月〜1953年1月と略々等しくなっている。即ち，この体長級には年々の魚群量の変動は認められるが，その変動は130cm以上の魚群にみられるような一方的な減少或は増加ではない。

第7図においては，1952年10月〜1953年1月の130〜160 cm の魚群量は第6図における程大きくない。併し，100〜130cmの体長級のものよりは優位を占めている。

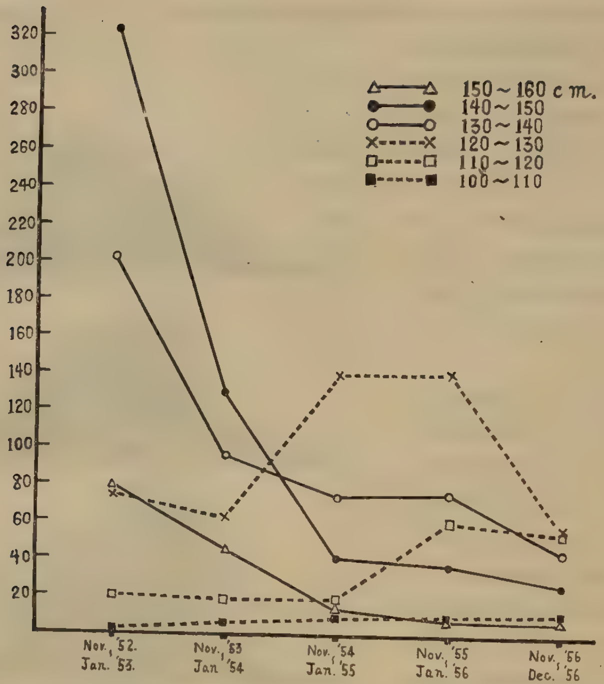


Fig. 6 Annual change of relative value of the number of each length group (hooked-rate × percentage of the fish number in each length group), waters around theLesser Sunda Islands and Timor.

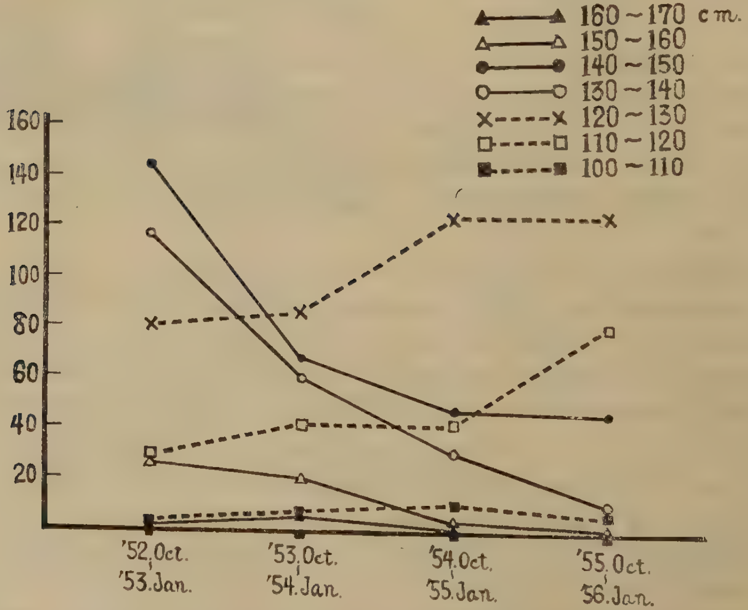


Fig. 7 Annual change of relative value of the number of each length group (hooked-rate × percentage of the fish number in each length group), Banda-Flores Sea.

Tabel 1. Relative value of the fish number of each length group in each year, waters around the Lesser Sunda Islands and Timor.

Class interval (cm.)		100~110	110~120	120~130	130~140	140~150	150~160	160<
Fishing season	Mean hooked-rate	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%
Nov. '52 ~ Jan. '53	7.14	0.24 1.71	2.83 20.21	10.43 74.47	28.33 202.28	46.78 334.28	11.09 79.18	0.28 2.00
Nov. '53 ~ Jan. '54	3.59	1.74 6.25	5.05 18.13	17.58 63.11	26.58 95.42	36.19 129.92	12.39 44.48	0.14 0.50
Nov. '54 ~ Jan. '55	2.97	3.02 8.97	6.48 19.25	47.29 140.45	24.79 73.63	13.35 39.65	4.48 13.31	0.64 1.90
Nov. '55 ~ Jan. '56	3.31	2.81 9.30	18.58 61.50	42.31 140.05	22.79 75.43	10.87 35.98	2.39 7.91	0.08 0.26
Nov. '56 ~ Dec. '56	1.99	5.25 10.45	27.57 54.86	28.46 56.64	21.90 43.58	13.26 26.39	3.56 7.08	

% ; Percentage of the fish number in each length group.
H.R. ; Meam hooked-rate

Table 2. Relative value of the fish number of each length group in each year, Banda Flores Sea.

Class interval (cm.)		100~110	110~120	120~130	130~140	140~150	150~160	160<
Fishing season	Mean hooked-rate	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%	% H.R.×%
Oct. '52 ~ Jan. '53	3.98	0.64 2.55	7.13 28.38	20.16 80.24	36.16 143.92	29.34 116.77	6.43 25.59	0.27 1.07
Oct. '53 ~ Jan. '54	2.83	2.09 5.91	14.55 41.18	30.41 86.06	33.62 66.84	21.02 59.49	6.80 19.24	1.53 4.33
Oct. '54 ~ Jan. '55	2.52	3.69 9.30	16.33 41.15	48.85 123.10	18.55 46.75	11.70 29.48	0.92 2.32	
Oct. '55 ~ Jan. '56	2.62	2.04 5.34	30.81 80.72	46.18 120.99	17.35 45.46	3.56 9.33	0.08 0.21	

% ; Percentage of the fish number in each length group.
H.R. ; Meam hooked-rate

1953年10月～1954年1月以降の年次の経過に伴なう変動は略々第6図と一致している。即ち，130～160cmのものは年々一方的に減少する傾向を示し，100～130cmのものは，1955年10月～1956年1月迄では稍々増加している。1956年10月以降では資料がないため，100～130 cmの魚群が第6図の如く減少しているかどうかについては不明である。

以上の結果からみて，第2図～第5図にみられた年々の魚体の小型化の原因は，130cm以上の魚群の急激な減少によると考えるのが妥当であろう。130cm以下の魚群の増加と云う事も考えられないではないが，第6図に現れた如く，必ずしも一方的な増加のみを示していない点からみて，これは左程強い影響を与えるものとは考えられない。

VI. 考　　察

以上，釣獲率及び体長組成の経年変化を中心に検討を進めて来た。以下これらを綜合して考察してみよう。

印度洋のキハダには操業開始当初に釣獲率が高く以後漸減する現象が現れている。同時に又，体長組成の経年変化を検討した結果，年々魚体が小型化している事実が認められている。

釣獲率の経年変化の要因の一つとして，漁獲の影響が考えられる事は既に述べたが，釣獲率の低下と同時に魚体の小型化がみられ，且つその小型化が操業開始と深い関連を有していると云う事は，漁獲の影響が考えられる可能性を極めて強いものとしている。

ここで再び釣獲率及び体長組成の経年変化について考察してみよう。

A. 釣獲率の経年変化について

各海区の釣獲率の低下傾向を比較し易くするために第8図を作成した。作図方法は次の如くである。即ち

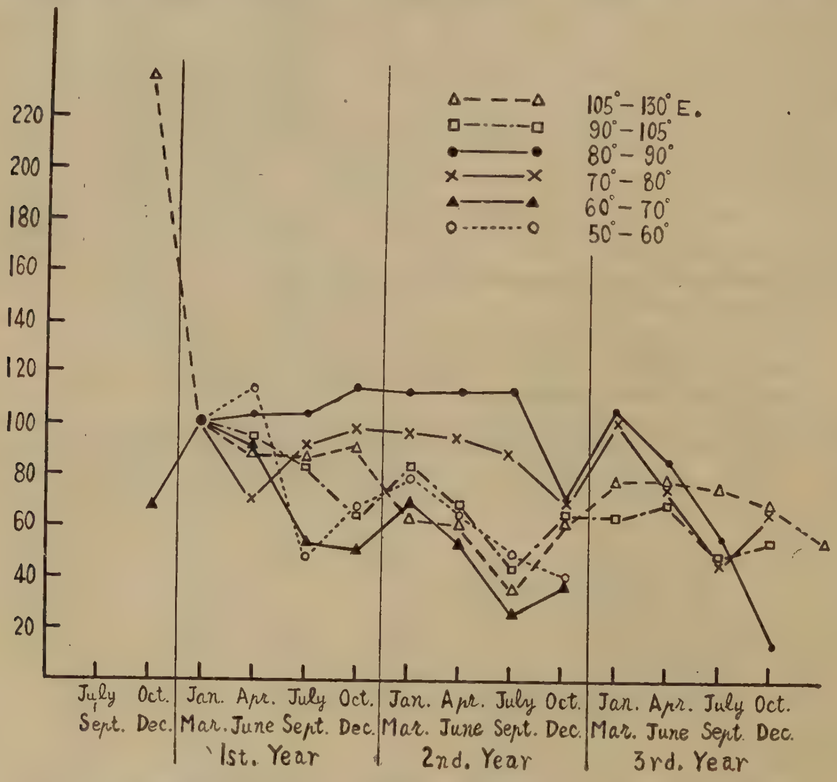


Fig. 8 Comparison of annual change of hooked-rate in each sea area, the hooked-rates of Jan. to Mar. in first fishing year was set 100.

1～3月，4～6月，7～9月，10～12月と年別に3カ月毎の平均釣獲率を求め，操業開始後最初に遭遇した1～3月の値を100とした相対値に換算して図示した。

第8図では既に述べたように，2年目に釣獲率の低下する海区（Type 1）と，3年目に低下する海区（Type 2）とが可成り明瞭に分離している。

漁獲の影響という点のみから考えると，このように釣獲率の経年的な低下が2つの Type に分けられるということは明らかに矛盾した結果であり，そこには何等かの漁獲の影響以外の要因が存在すると考えねばならない。*

---

* 漁獲の影響によって釣獲率の低下が起るものと考えても，操業回数，資源量等によって低下の現われ方は当然異なる筈である。併し，ここでは漁場開発当初の操業回数は第3表に示された如く比較的似通っているものである点と，Type 2を示す海区が2年目に殆ど低下を示さない点から漁獲以外の要因を仮定した。

Type 1及び Type 2を詳細に検討すると，Type 1を示す海区中でも比較的に低下の著しいのは50°～60°E，60°～70°Eの海区であり，これらの海区は1955年に操業を開始している。又 Type 2を示す70°～80°E，80°～90°Eの二海区は1954年に操業を開始している事が知られる。

即ち，1.）3年目に釣獲率が低下するのは1954年に操業を開始した海区であり，1955年に操業を開始した海区は2年目の低下が著しい。

又第1図から，2.）1955年は各海区共比較的釣獲率が高く，1956年は低い。3.）105°～130°Eの海区では既に述べたように1954年の釣獲率は1955年より稍々低目である。等の事が知られる。

1.）～3.）から，何等かの自然の原因によって，1954年には低く，1955年に高く，1956年に低いと云う釣獲率の変動が存在した可能性が考えられる。

即ち，釣獲率の経年変化には漁獲の影響と，上述したような何等かの自然の原因にもとづく年々の釣獲率の増減が重複して作用している可能性があるものと考えられる。

B．体長組成の経年変化について

体長組成には，多くの場合100～130cm，130～160cmにそれぞれ Modal Group が認められる事は既に述べた。これらの Modal Group が年級群と対応するものであるかどうかと云う点については疑問が残っている。併し，1.）130～160cmの大型の魚群は既に漁獲の対象となったことのあるものであり，2.）100～130cmの群では，印度洋で100cm以下の魚群の漁獲が少ない点から，新たに漁獲群に添加された群が可成りの比重を占めているであろう。と云うことは容易に推察されよう。

東部印度洋における三つの海域とバンダ・フローレス海では，操業開始後，年々魚体が小型化する現象がみられ，その原因として130cm以上の魚群の減少が考えられているが，年々減少を示す130cm以上の魚群は上述の推定にしたがえば既に漁獲の対象となった事のある群ということになる。

したがって，130cm以上の魚群の減少は主として漁獲の影響によるものであり，100～130cmの体長級の魚群の変動は年々新たに漁獲群へ添加される魚群量が何等かの自然の原因によって増減するために起るものであろうと推定される。

更にこのことは130cm以上の魚群が漁獲の主対象となっている間は，釣獲率の低下，魚体の小型化を来し100～130cmの群が漁獲の主対象になるとこれらの現象が不明瞭になる可能性があることを暗示している。

又，本文に述べた現象を更に別の立場から考察すれば，1.）各海区の釣獲率の低下，魚体の小型化が極めて明瞭であること，2.）既に釣獲率が低下し魚体が小型化している海域に隣接した海域で新たに操業を行った場合にも，釣獲率は高く魚体は大型で，既に操業を行っていた海域の影響はみられない。等の点から漁獲の対象となる程度の大きさに達したキハダの魚群は，比較的地域性が強いものである可能性が考えられる。

これは，Royce（1952）[3] や鉄（1957）[4] が太平洋のキハダの外部形態を比較することによって得たキハダの系統群に関する知見と可成り一致しているものと言えよう。

以上釣獲率及び体長組成の経年変化を検討し考察を加えた。本文で取扱ったような現象が印度洋で明瞭に現れたのは，印度洋が歴史の新しい新漁場であり，開発当初からの資料が検討出来たこと，及び完全に独立した漁場であったこと等の特殊な条件を有していたためと考えられる。これらの点は将来キハダの資源についての研究を進めて行く上に，重要な役割を印度洋に与えるものと思われる。

尚，本文における考察の結果に次のような問題点が残っている。即ち 1.）釣獲率の低下，魚体の小型化の最も著しく現われる操業開始当初の操業回数が比較的少ないこと（第3表* 参照）2.）太平洋漁場では戦時中長期間にわたって操業が中絶し，戦後改めて再開されたにも拘らず，本文に述べたような現象は認められていないこと[5]，等であり，今後も更に慎重に検討を進めねばならない。

* 本表に示された操業回数は東京・焼津・三崎の魚市場で調査されたものだけによっている。したがって実操業回数より過少に現れているものと思われる。併し大型船の入港は略々上述の三港に限られ且つ調査方法の変更は行われていないので，実操業回数に対する割合は可成り大きく，且つ各年を通じて略々一定していると考えられる。

Table 3. Monthly mean hooked-rates and operation numbers in each sea area (5°N.~13°S.)

Longitude / Month	130°~105°E. M.h.r.	130°~105°E. O.N.	105°~90°E. M.h.r.	105°~90°E. O.N.	90°~80°E. M.h.r	90°~80°E. O.N.	80°~70°E. M.h.r.	80°~70°E. O.N.	70°~60°E. M.h.r.	70°~60°E. O.N.	60°~50°E. M.h.r.	60°~50°E. O.N.	50°~40°E. M.h.r.	50°~40°E. O.N.
Oct. '52	12.34	8												
Nov.	9.04	53												
Dec.	7.65	49												
Jan. '53	5.30	61												
Feb.	3.25	55												
Mar.	1.92	22												
Apr.	2.37	33												
May	3.07	35												
June	5.49	19												
July	4.10	33												
Aug.	1.79	17												
Sept.	4.52	20												
Oct.	4.11	46												
Nov.	3.09	147												
Dec.	3.90	137	3.36	5										
Jan. '54	2.63	30	3.80	24										
Feb.	1.48	14	4.13	41	4.49	1								
Mar.	3.50	13	4.72	35	3.70	3	6.49	16						
Apr.	3.28	10	4.71	26	5.03	14	3.88	8						
May	2.09	19	3.70	88	5.03	10	4.63	2						
June	1.88	38	3.03	63	2.62	5	5.58	25						
July	1.79	122	2.90	118	3.55	25	4.74	8						
Aug.	1.39	85	4.13	133	4.08	79	5.56	28						
Sept.	1.22	51	2.99	80	4.97	28	7.64	106	4.84	7				
Oct.	2.61	104	2.80	10	6.00	34	4.55	68	6.03	18				
Nov.	2.68	182	2.32	25	4.97	30	6.07	37	3.65	1				
Dec.	2.59	59	2.67	108	2.96	4	8.56	28	15.20	5				
Jan. '55	2.70	108	2.98	233	4.55	20	5.70	85	13.84	42	15.25	12		
Feb.	2.14	19	3.47	164	5.32	87	6.96	108	9.47	191	10.05	5		
Mar.	4.49	19	3.50	174	3.80	76	6.39	21	10.01	160	10.34	19		
Apr.	—	—	2.44	39	4.96	34	6.86	167	9.35	163	15.40	9		
May	3.24	1	2.58	31	4.20	30	5.81	79	11.90	68	15.53	134		
June	—	—	3.07	31	—	—	5.66	10	8.60	111	9.23	44		
July	4.03	12	1.17	3	4.58	19	6.39	38	7.44	76	3.70	8		
Aug.	3.33	61	2.16	15	4.75	22	5.90	50	5.05	71	6.85	36		
Sept.	1.85	159	1.94	26	4.43	47	5.02	68	5.29	96	6.71	90		
Oct.	1.71	117	2.13	46	2.18	26	4.92	66	5.05	24	7.57	43		
Nov.	3.20	122	2.06	93	2.64	4	3.95	6	6.07	107	7.01	84	9.43	31
Dec.	3.40	360	3.55	57	3.77	16	4.92	15	5.74	58	8.84	75	9.31	40
Jan. '56	2.51	260	2.62	83	3.93	25	5.36	35	6.55	31	9.19	161	6.69	38
Feb.	2.21	192	2.21	135	3.81	79	7.87	52	9.63	156	10.17	85	8.14	59
Mar.	1.90	66	2.75	188	5.09	53	6.47	311	6.96	109	8.39	55	6.21	18
Apr.	1.87	5	2.70	102	4.33	114	6.37	205	6.74	96	10.69	25	7.20	36
May	1.31	27	3.10	23	4.19	11	4.29	67	6.87	111	6.85	51	5.02	2
June	1.81	107	2.41	24	2.05	22	4.10	87	3.99	42	5.61	211	4.93	11
July	2.43	158	2.06	71	2.25	3	3.96	41	3.42	55	7.29	121	8.84	37
Aug.	1.77	164	2.15	105	2.75	33	2.52	53	2.72	44	5.13	96	6.72	97
Sept.	1.05	394	1.63	178	1.70	23	2.69	65	2.47	64	5.15	183	5.32	72
Oct.	0.84	125	2.00	12	0.54	1	3.96	66	3.61	30	4.61	118	4.29	62
Nov.	1.71	383	2.22	37			4.63	20	4.12	38	4.71	22	6.42	5
Dec.	1.99	102	2.34	18					4.59	5	4.87	3		

M. h. r. ; Mean hooked-rate
O. N. ; Operation number

要　　　　　約

1.）印度洋で漁獲されるキハダの漁況を検討した結果，次のような現象が認められた。

イ.）釣獲率にみられる現象

• 海域差；東より西の海域に移るにつれて漸次釣獲率が高まる。

• 季節変化；105°〜130°Eの海区を除くキハダ漁場全般で年の前半に釣獲率が高く後半に低い。

• 経年変化；各海区共に操業開始当初に釣獲率が高く以後年次の経過に伴なって低下する。

ロ.）体長組成にみられる現象

東部印度洋及びバンダ・フローレス海の体長組成を検討した結果，操業開始当初は130cm以上の魚群が優勢を示しているが，2年目には稍々その出現率を減じ，3年目には130cm以下の群が卓越して，年々魚体が小型化しているのが認められた。

2.）以上の現象について考察を加えた結果を次に述べる。

イ.）魚体の小型化は130cm以上の魚群の減少によって起るものと考えられる。

ロ.）操業開始後，釣獲率の低下と魚体の小型化が同時に現れることから，これらの現象に漁獲の影響が作用している可能性が考えられる。

ハ.）釣獲率の経年変化は漁獲の影響と，何等かの自然の原因にもとづく年々の釣獲率の高低（1954年に低く，1955年に高く，1956年に低い）とか複合して作用した結果であろうと思われる。

ニ.）130cm以上の大型魚群の減少は漁獲の影響によるものであり，130cm以下の小型魚群量の変動は，何等かの自然の原因により年々新たに漁獲群へ添加される魚群の増減に起因するものであろうと推定される。

更にこのことは，130cm以上の魚群が漁獲の主対象となっている間は，釣獲率の低下及び魚体の小型化を来し，130cm以下の魚群が漁獲の主対象になるようになると，これらの現象が不明瞭になる可能性のあることを暗示している。

ホ.）漁獲の対象となる程度の大きさに達したキハダは比較的地域性の強いものである可能性が考えられる。

文　　　　　献

1．南海区水産研究所 未刊 マグロ延縄平年漁況図 昭和31年度版

2．中村広司 1951 南海区水産研究所報告 第1号

3．W. F. Royce 1953. Preliminary report on a comparison of the stocks of yellowfin tuna I. P. F. C. 4th Meeting, Section 2

4．鉄　健司，檜山義夫 1957 日本水産学会誌 Vol. 23 Nos. 7 & 8

5．籔田洋一，行縄茂理 1958 南海区水産研究所報告 第7号 南海区水産研究所業績 第102号

西部太平洋赤道海域におけるキハダとメバチの食餌組成の相違について*

渡 辺 久 也

On the difference of the stomach contents of the yellowfin and bigeye tunas from the western equatorial Pacific.

Hisaya WATANABE

In the comparative study on the stomach contents of the tunas and marlins the present author noted the difference just shown as follows between the yellowfin and bigeye tunas in respect of certain kinds of preys found in their stomachs.

1). More abundant in the yellowfin than in the bigeye are Alima, Erichthus and Megalopa, the planktonic larvae of the Stomatopoda and Decapoda in Crustacea, Salpa and Pyrosoma in Tunicata and Lepidotidae, Balistidae, Grammicolepidae and Ostraciontidae in Pisces.

2). More abundant in the bigeye than in the yellowfin are Macrura in Crustacea and Alepisauridae, Paralepididae, Myctophidae and Sternoptychidae in Pisces.

3). Found only in the yellowfin are Heteropoda and Pteropoda in Mollusca, certain species in Coelenterata and the juveniles of Katsuwonidae, Thunnidae, Histiophoridae and Xiphiidae in Pisces.

It would be reliable in this study that these differences should be refered rather to the differences evolved from the relation between the behaviour of each of these predators and that of the preys than to the errores in sampling stomachs.

The following presumptions were given for the behaviour of the yellowfin and bigeye tunas:

1). The bigeye tuna mostly swims in slightly deeper layer than in the yellowfin tuna, although their vertical distribution is perhaps very wide.

2). They ascend to the shallower layer in the night.

3). The yellowfin tuna feeds on more actively in the day time than in the nighat, but the contrary may be said for the bigeye tuna.

マグロ・カジキ類の生態調査の一つに食性に関する調査を取上げ継続的に行っている。1949年より現在までに，西部太平洋及び東部印度洋の夫々の海域で調査船によって，マグロ・カジキ類の胃内容物の採集が行われてきた。筆者は1950年から1953年にかけて西部太平洋赤道海域で漁獲されたマグロ・カジキ類の食餌組成について検討した結果，キハダとメバチの両種間で概略の傾向は似ているが数種の餌生物について著るしい相違があることを認めた。

キハダの胃内容物について，中村[1) 5)]，J. W. REINTJES & J. E. KING[2)] は，甲殻類，軟体類，ホヤ類，魚類等の甚だ多岐にわたる種類を報告しており，それぞれキハダ或いはマグロ類は，その海域に多量に棲息するか或いは捕食し易い動物を捕食するという考えを表明している。R. JUHL[3)] は，キハダとメバチの胃内容物を相互に比較し，決定的とは云えないまでも現状では両種の餌の選択性（Food Preference）

* 南海区水産研究所業績 第100号
本報告要旨は，1957年8月，日本水産学会中国四国支部例会で発表した。

の違いは認められないと述べている。したがって両魚種の食性に関する基本的な事柄として，１）キハダ及びメバチの餌の選択範囲はそれぞれ非常に広く，２）その範囲もほぼ一致していることを認めるのは，現在異論はないと思われる。* 本研究で認められたキハダとメバチの食餌組成の相違は，両魚種の共通な選択範囲内で起った相違とみるのが妥当のようである。しかもこの相違はサンプル誤差とするよりは，両魚種の習性，特定の餌生物の生態とのそれぞれの関係においてむしろ合理的に説明される相違のように思われる。以下このような食餌組成の相違について考察した結果を報告する。

本文に入るに先だち，原稿の校閲と適切な助言を頂いた当研究所中村所長，矢部遠洋資源部長に，胃内容物の採集，種類の査定及び考察に際し御指導を頂いた上柳，木川両技官及び遠洋資源部の方々に，又貴重な資料を提供された宮崎県遠洋漁業指導所々属・宮崎丸の方々及び一部胃内容物の査定をして頂いた東京大学・川津浩嗣の諸氏に深謝する。

I. 資料及び方法

資料は 1950 年から1953年にかけて 6〜10 月の間に，西部太平洋赤道海域で調査船によってキハダ 323個体，メバチ 147 個体について採集されたものである（第１表－ａ)。その外に東部印度洋海域における キハダ・メバチ及び西部太平洋赤道海域のクロカジキについての資料も参考に用いた（第１表－ｂ)。

Table 1.－(ａ) Number of stomachs of yellowfin and bigeye tunas collected from the western equatorial Pacific, by time of year and region, 1950 to 1953.

Vessel	Time of year	Region	Number of stomachs collected	
			Yellowfin tuna	Bigeye tuna
Taiyo-maru No. 1	July 1950	1－4 N 152－155E	133	24
Tenyo-maru	Aug. 1950	1－9 N 150－165E	65	
Tenyo-maru	Aug. 1951	1－6 N 149－160E	73	
Fusa-maru	July-Aug. 1951	2－9 N 161－175E		79
Miyazaki-maru	Sept. 1953	3－5 N 140－142E	27	25
Miyazaki-maru	Oct.-Nov. 1953	3－8 N 132－137E	25	19

Table 1.－(ｂ) Number of stomachs of yellowfin and bigeye tunas collected from the Indian Ocean and those of black marlin from the western equatorial Pacific, 1950 and 1956.

Vessel	Time of year	Region	Number of stomachs collected		
			Yellowfin tuna	Bigeye tuna	Black marlin
Taiyo-maru No. 1	July 1950	1－9 N 146－154E			160
Keiten-maru	Feb. 1956	8－12S 95－98E	47	24	

胃内容物の種類の査定は，宮崎丸，天鷹丸（1951年８月）の分は，東京大学農学部水産学科に依頼し，その他は当水研にて行った。東部印度洋海域（敬天丸）の資料については筆者が担当した。キハダとメバチの食餌組成を比較検討するために，胃内容物として出現した Prey の各種類についてその出現率** を求め，この数値より両種の食餌組成の異同を考察することにし，査定結果の整理は以下のように行った。

先づ，Crustacea，Mollusca，Tunicata，Pisces，Coelenterata に大別し，更に Crustacea は Amphipoda，Stomatopoda，Decapoda（夫々の幼体類は別にした）に，Molluscaは Decapoda，Octopoda，Heteropoda，Pteropoda に，Tunicata は Salpa，Pyrosoma に分け，Pisces は種及び属まで査定さ

* 異った餌料を用いた延縄漁獲試験において，漁獲状況に差異が認められた例があり，このような選択性はあるものと考えられる。

** 或る Prey を捕食していた胃袋数を，調査した胃袋数で除し，百分率で表わした値。

れているのもあるが family までの場合がかなりあり，又ほとんど 1 family に 1種であるので family 別にした。Coelenterata は一括した。

調査海域が第1表－aに示したように，130°E～175°Eの東西の広範囲にわたるが，航海別（海域別）の食餌組成を比較すると，夫々の航海で出現する prey の種類数には多少の相違があるが，dominant に出現する Prey はほとんど一致し傾向的には相違がみられないので全海域（全航海）を一括して取扱った。

Ⅱ．キハダとメバチの食餌組成

キハダ及びメバチの食餌組成を第2表に示す。西部太平洋赤道海域と対照のために，東部印度洋赤道海域についても示した。

Table 2. The composition of the food organisms found in the stomachs of the yellowfin and bigeye tunas captured in the western equatorial Pacific and eastern Indian Oceans.

	Area	Western equatorial region of the Pacific				Eastern region of the Indian Ocean			
	Species	Yellowfin tuna		Bigeye tuna		Yellowfin tuna		Bigeye tuna	
	No. of stomachs	343		147		47		24	
	Food organisms	r	n	r	n	r	n	r	n
CRUSTACEA	Schizopoda	—	—	—	—	19.2	35	62.5	384
	Amphipoda	13.0	96	17.0	108	23.4	17	20.8	8
	Stomatopoda(Alima)	17.0	218	2.0	3	4.3	6	—	—
	Stomatopoda (Erichthus)	6.2	34	—	—	—	—	—	—
	Decapoda(Phyllosoma)	1.2	5	0.7	31	—	—	—	—
	Decapoda(Megalopa)	15.8	338	5.4	30	2.1	1	—	—
	Decapoda(Macrura)	19.2	274	46.9	752	6.4	4	16.7	75
MOLLUSCA	Decapoda	89.5	2034	82.9	448	89.4	286	95.8	83
	Octopoda	22.6	181	40.2	122	51.1	52	66.7	32
	Heteropoda	6.8	58	—	—	55.3	152	4.2	1
	Pteropoda	0.9	11	—	—	—	—	—	—
TUNICATA	Salpa	25.7	366	4.8	20	34.1	86	—	—
	Pyrosoma	4.3	29	—	—	—	—	—	—
PISCES	Sternoptychidae	1.2	10	12.9	33	6.4	150	62.5	115
	Synodontidae	—	—	0.7	2	—	—	—	—
	Myctophidae	3.1	16	14.3	75	8.5	7	41.7	113
	Paralepididae	13.6	135	42.8	349	34.1	44	70.8	81
	Alepisauridae	6.5	27	44.2	111	55.3	34	50.0	18
	Nemichthyidae	—	—	—	—	4.3	2	16.7	11
	Belonidae	—	—	—	—	2.1	1	—	—
	Exocoetidae	0.3	1	—	—	—	—	—	—
	Syngnathidae	0.3	1	—	—	—	—	—	—
	Diretmidae	—	—	—	—	—	—	12.5	8
	Caulolepidae	3.1	100	1.4	14	10.6	15	16.7	5
	Holocentridae	6.2	48	—	—	—	—	—	—
	Grammicolepidae	13.6	240	4.1	49	—	—	—	—
	Trachipteridae	—	—	6.1	13	2.1	1	12.5	5
	Lophotidae	0.9	3	1.4	14	—	—	—	—
	Thunnidae	0.6	2	—	—	—	—	—	—
	Katsuwonidae	6.8	33	—	—	17.0	11	—	—
	Histiophoridae	1.2	7	—	—	—	—	—	—
	Xiphiidae	0.3	1	—	—	—	—	—	—
	Acinaceidae	54.5	625	35.4	147	29.8	19	25.0	8
	Coryphaenidae	0.3	2	—	—	—	—	—	—
	Lepidotidae	54.8	792	15.0	34	61.7	112	8.3	2
	Pteraclidae	1.5	5	1.4	2	—	—	—	—

		r	n	r	n	r	n	r	n
PISCES	Carangidae	1.2	4	1.4	3	—	—	—	—
	Nomeidae	0.3	1	—	—	23.4	20	4.2	1
	Chiasmodontidae	43.3	768	51.7	622	78.7	271	91.6	227
	Antigoniidae	0.6	2	—	—	—	—	—	—
	Chaetodontidae	4.9	25	0.7	1	2.1	1	—	—
	Acanthuridae	4.6	19	1.4	2	—	—	—	—
	Triacanthidae	3.1	271	—	—	—	—	—	—
	Balistidae	35.6	380	2.7	4	4.3	2	—	—
	Ostraciontidae	10.2	37	3.4	5	—	—	—	—
	Tetraodontidae	9.0	57	0.7	1	14.9	7	8.3	2
	Diodontidae	1.5	5	—	—	—	—	—	—
	Molidae	0.3	1	—	—	—	—	—	—
	Scorpaenidae	0.3	1	0.7	1	—	—	—	—
	Peristediidae	0.6	2	—	—	2.1	1	—	—
	Echeneidae	0.3	1	0.7	1	2.1	1	—	—
	Oncocephalidae	—	—	0.7	1	—	—	—	—
	Unidentified fish	71.0	1053	76.8	482	51.1	81	62.5	58
COELENTERATA		1.9	20	—	—	—	—	—	—

r：No. of stomachs in which the food organisms are found/No. of stomachs examined×100.

n：No. of food organisms found in the stomachs.

第１図は第２表よりキハダとメバチの両種間で相違のみられる主なもの及び両種で共に出現率の高いものについて示した。

キハダとメバチの食餌組成を Crustacea, Mollusca, Tunicata, Pisces, Coelenterata に分けて，両種で相違のみられるものを中心に述べる。

i） Crustacea

Stomatopoda, Decapoda の幼体である Alima, Erichthus, Megalopa 等の浮游性のものがメバチに比してキハダで多く出現し，メバチでは Macrura が 47.0% の出現率を示している。*

ii） Mollusca

Decapoda, Octopoda 共に，キハダ・メバチの両種で同じような出現率を示し，中でも Decapoda は 83〜90%の出現率を示しており，マグロ類の主要な天然餌料の一つと考えられる。

キハダで浮游性の動物である Heteropoda, Pteropoda が僅かに出現し，メバチでは１回も出現していない。

iii） Tunicata

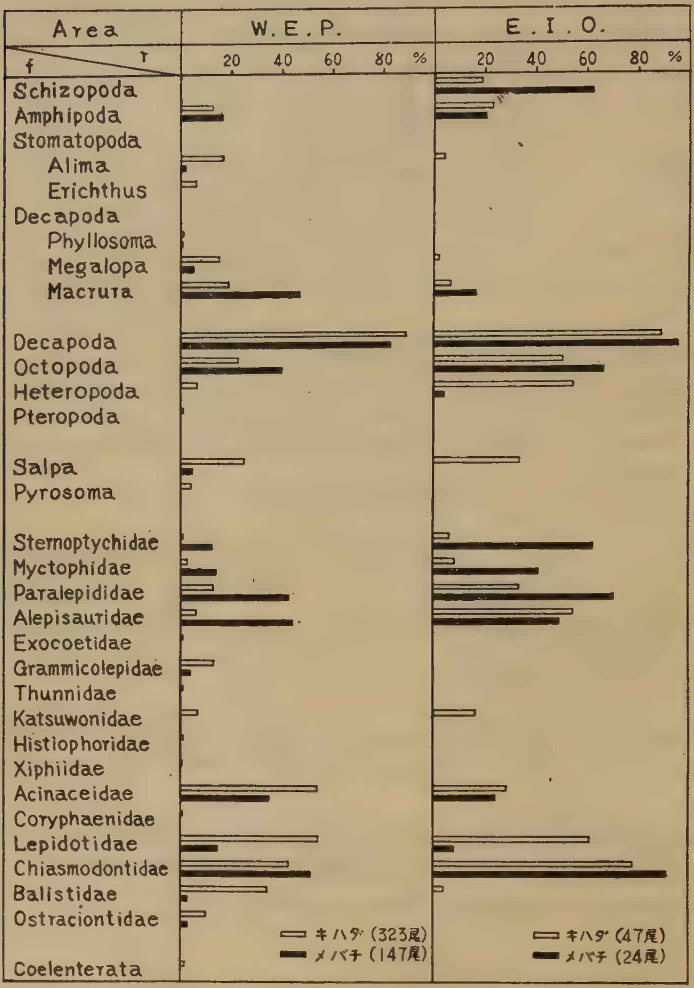
Salpa, Pyrosoma が僅かに出現し，共に出現率はメバチに比してキハダで高い。

iv） Pisces

キハダ・メバチの両種で数多くの種類が出現している。キハダ・メバチで共に多いものに Acinaceidae（クロタチカマス科), Chiasmodontidae（クロボーズギス科）の２科があり出現率 40〜50% となっている。メバチに比してキハダで多いものに Lepidotidae（シマガツオ科), Grammicolepidae（ヒシマトウダイ科), Balistidae（モンガラカワハギ科), Ostraciontidae（ハコフグ科）等があり，キハダに比してメバチで多いものに Alepisauridae（ミズウオ科), Paralepididae（ハダカエソ科), Myctophidae（ハダカ

＊ メバチで Macrura の出現が高くなっている原因として次のようなことが考えられる。筆者が東部印度洋海域の資料よりマグロ・カジキ類の間接的な餌料について調べた結果，直接的な餌料であるほとんどの Paralepididae（ハダカエソ科）の胃袋から Euphausidae（オキアミ科）が出現し，これらは Paralepididae が消化され易いためにマグロ・カジキ類が直接に捕食したものと混り合っている場合があった。西部太平洋赤道海域でのメバチでも Paralepididae の出現の高いことから考えて，或いは査定に当って Euphausidae と Macrura の区別が充分になされず又直接餌料と間接餌料の区別がなされなかったためではないかと思われる。

Fig. 1 Comparison of the important food organisms found in the stomachs of the yellowfin and bigeye tunas.



Yellowfin tuna. Bigeye tuna.

f : Food organisms.

r : Number of stomachs in which the food organisms are found/Number of stomachs examined×100.

W.E.P.: Western equatorial Pacific.

E.I.O.: Eastern Indian Ocean

イワシ科), Sternoptychidae (ムネエソ科) 等がある。その外にキハダで, Katsuwonidae (カツオ科), Thunnidae (マグロ科), Histiophoridae (マカジキ科) 及び Xiphiidae (メカジキ科) の若年魚が僅かに見られるが, これに対してメバチでは, 147 個体について調査がなされているのに, これ等の若年魚は一回も出現していない。

v) Coelenterata

出現は僅かであるが, キハダでのみみられ, メバチでは出現していない。

以上各類について, 両種間の相違点を中心に述べてきたが, 同様な傾向が東部印度洋海域の調査結果についても認められる (第2表, 第1図)。

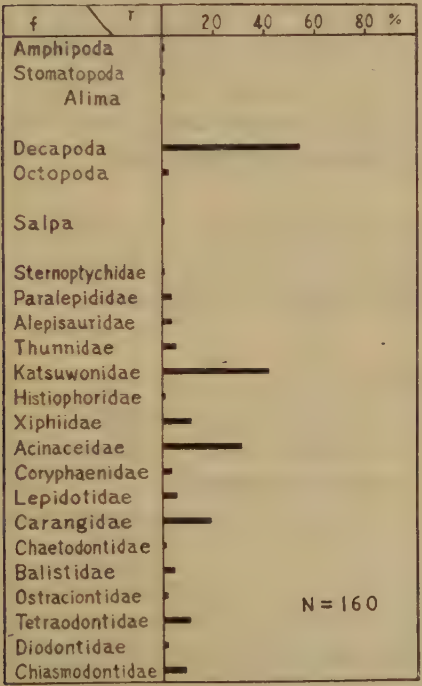
Ⅲ. 食餌組成の差についての考察

上述の食餌組成にみられた相違は，両魚種（Predator）の索餌生態，即ち Predator の習性と餌生物（Prey）の生態との関係の反映とみられるが，この Predator と Prey との関係は次の２つの場合から規定されよう。一つは Predator と Prey の遭遇の chance に関することであり，もう一つは遭遇した際に摂餌が起るか否かということである。

（a） Predator と Prey の遭遇の chance の問題については，具体的には，先づキハダとメバチの垂直分布の異同ということが考えられる。また垂直分布も固定的なものとは考えられず，日周期的な垂直移動について考慮すべきであり，Prey に関しても同様な生態について考慮する必要がある。

（b） 次に遭遇した際に摂餌が起るか否かという問題については，具体的には，キハダやメバチの Prey に対する選択性に関すること及びこれとは別にキハダやメバチの摂餌活動に時間的な周期性があるか否かということ，更にそれが存在する場合，その時間的な Phase についての両者の異同ということが考えられる。キハダとメバチの食餌組成に差異を生ぜしめたと思われる両種の索餌生態の差異について以上の観点から考察を進めることにする。

Fig. 2. Food organisms found in the stomachs of the black marlin collected from the western equatorial Pacific.



N : Number of stomachs collected.
f : Food organisms.
r : Number of stomachs in which the food organisms are found/ Number of stomachs examined ×100.

(1) 浮游性餌生物について

浮游性の甲殻類，Heteropoda，Salpa，Coelenterata 等がキハダで多く又 Coryphaenidae（シイラ科），Exocoetidae（トビウオ科）のような可成り表層性の魚類が出現率そのものは低いが，キハダにおいてのみ見られることから，キハダがメバチに比して比較的浅い層で索餌する割合が多いことが考えられる。その外，沿岸或はサンゴ礁の海域に多く棲息し[4]，又漂流している材木等についていることが見受けられる[5] Balistidae が，キハダで多いことからも同様な索餌関係が推察される。又キハダが沿岸に近寄る性質のあることが言われているが，Balistidae の出現の高いことはこのような性質との関連も考えられる。

(2) カツオ及びマグロ・カジキ類の若年魚の出現状況及びマグロ・カジキ類の漁獲深度について

Ⅱで述べたように，カツオ及びマグロ・カジキ類の若年魚はメバチでは１尾も出現せず，キハダで僅かに出現している。併し西部太平洋赤道海域におけるカツオ若年魚の分布は必ずしもそのように稀少なものではなく，クロカジキの食餌組成よりみると（第２図）出現率41.8%を示し分布密度の可成り高いことが想定される。胃内容物としてのカツオ若年魚の出現割合がこのように各魚種で著るしく異ることは，Predator である各魚種の垂直分布の生態と関連があるように思われる。*

マグロ・カジキ類の游泳層（垂直分布）を調べる一手段として，延縄の各鈎毎の漁獲状況の調査が行われてい

* Prey であるカツオ若年魚の大きさは 10cm～20cm 程度がほとんどで，Predator の大きさの違いによる捕食の選択性は大きく影響しているとは考えられない。

るが，その調査結果からこの点を検討してみる。

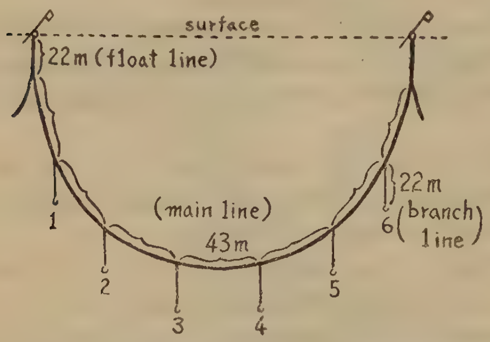


Fig. 3 Showing form of tuna longline.
(July 1950. Taiyo-maru No. 1)

Table 3. Catch percentage by different branch line of the longline gear.

Branch line / Species	I (%)	II (%)	III (%)
Yellowfin tuna	21.9	34.1	44.2
Bigeye tuna	16.4	26.9	56.8
Black marlin	28.7	40.6	30.7

July 1950 Taiyo-maru. No. 1
The depth of hook is estimated : 80 m for I, 110m〜120m for II, and 130m〜140m for III.

第３表の資料は縄構造６本付（第３図）のもので，鈎の順位Ｉは両端（１と６番），IIは（２と５番），IIIは（３と４番）の鈎の漁獲尾数を合計し，百分率で表わしたものである。表よりキハダとメバチについてみると，両種共に鈎の深い部分に行くにしたがって漁獲割合は増している。併し各層の鈎における両種の割合をみると，I，IIの鈎ではメバチに比してキハダの割合が高く，IIIの鈎では，メバチの割合が高くなっている。このことから両種の夫々密なる分布層には深浅のずれがあるように思われる。カツオの出現率が高いクロカジキについては，IIの鈎での漁獲割合が高く，キハダ・メバチに比して浅い層での割合が高くなっている。1951年６〜８月のマーシャル群島海域における調査結果[6] でも同じような割合を示している。中村は特別な構造の延縄による漁獲試験* の結果から，カジキ類はマグロ類に比して浅い層に分布割合が多いと云っている[7] が，上述の傾向と一致する。

以上のことから，キハダ・メバチ及びクロカジキの夫々の密なる分布層にはずれがあるように考えられ，そのためカツオ若年魚に遭遇する割合が同じでなく出現率に相違を生じたものと思われる。更にこのことから赤道海域におけるカツオ及びマグロ・カジキ類の若年魚の分布層は比較的浅いものと推察される。

(3) 深海性餌生物について

Myctophidae，Sternoptychidae のような所謂深海性の魚族に含まれるものが，キハダに比してメバチで出現割合が著しく高くなっているが，このことは前項に述べたことと考え合せるとメバチの深層における索餌割合がキハダに比して可成り大きいことを示すものであろう。但し深海性の魚族と云っても Myctophidae 等は夜間，表層曳稚魚網にて採集されることから，顕著な日周期的垂直運動が考えられる。このような深海魚の出現が，キハダとメバチで著しく相違している現象について，更につっこんだ解析を東部印度洋海域の資料より Myctophidae について行ってみた。

第４表は，Myctophidae の被食状況をキハダ及びメバチの生魚** のみについて，昼夜別にして示したものである。まず昼間についてみると，キハダでは調査した10個体から１回の出現もなく，メバチでは５個体から１回出現している。夜間ではキハダの漁獲尾数が非常に少いが，両種で Myctophidae の出現は同じ割合となっているのが注目される。又昼夜を合計すると大凡５：１位の割合になり，第２表（生死合せた調査数による）の数値とほとんど等しい。

* 鈎が一定の深さを保つように，浮子が技縄毎につけられていて一鈎単位となっている。

** 摂餌時間を概略推定するために生魚（釣獲時に生きていたもの）のみについて考察する。即ち昼間生きて釣獲されたものは昼間に索餌したと考え，又夜間生きて釣獲されたものは夜間に索餌したと考える。

敬天丸の操業時間は，大体６時から９時の間に投縄を行い，揚縄は13時から24時頃迄。又昼夜の区別は日没時とした（日没時頃には，投縄総数の大体半分を揚げ終える）。

Table 4. Occurance of Myctophidae sp. in the stomachs by day and night.

		Yellowfin tuna	Bigeye tuna
Day	N	10	5
	n	0	1
	r (%)	0	20
Night	N	2	10
	n	1	5
	r(%)	50	50
Total	N	12	15
	n	1	6
	r(%)	8.3	40.0

N : Number of stomachs examined.
n : Number of stomachs in which Myctophidae sp. is found.
r : n/N × 100.

a. 垂直分布の昼夜による相違

前述の現象は，一つには，キハダとメバチの垂直分布の昼夜による相違の現象と関連しているように考えられるので，この点について検討を行う。第５表の資料は細溝造５本付のもので，鈎の順位Ⅰは両端（１と５番），Ⅱは（２と４番）の鈎の漁獲尾数を合計して，それを平均した値であり，Ⅲは中間（３番）の鈎の漁獲尾数をそのまま用いた。更に資料を昼夜別・生死別に整理したものである。前註に記した理由から生魚だけについて考察を行う。

Table 5. Percentage of yellwfin and bigeye tunas caught alive and dead, by branch line and day and night.

Species		Branch line	Day Ⅰ	Day Ⅱ	Day Ⅲ	Night Ⅰ	Night Ⅱ	Night Ⅲ
Yellowfin tuna	Alive	N	12.5	21	23	6	5	3
		%	22.1	37.2	40.7	42.9	35.7	21.4
	Dead	N	17	32.5	45	17	51	56
		%	18.0	34.4	47.6	13.7	41.2	45.1
Bigeye tuna	Alive	N	1.5	7	10	11.5	18.5	15
		%	8.1	37.9	54.0	16.3	46.2	37.5
	Dead	N	0	3.5	3	4.5	5	14
		%		53.8	46.2	19.2	21.3	59.5

Jan.～Feb. 1956 Keiten-maru
The depth of hook is estimated : 80m. for Ⅰ, 115m. for Ⅱ, and 135m. for Ⅲ.

昼間では，両種共に深くなるにしたがって漁獲割合は高くなっているが，メバチではそれが顕著である。夜間についてみると，キハダでは資料（漁獲尾数）は少いが，昼間と反対の結果になっており，浅い層における漁獲割合が高い。又メバチでも昼間と比べて浅い層での漁獲割合が高率を示している。

このことは，両種共に夜間においては浮上する傾向があることを示すものと考えられる。

Myctophidae が夜間浮上する現象については前述したが，このような Predator 及び Prey の昼夜による垂直分布の関係から，昼間においては，Myctophidae に遭遇する割合はキハダに比してメバチに多いことが考えられ，夜間では，キハダ・メバチが Myctophidae に遭遇する chance は同じようになるものと考えられる。第４表における Myctophidae の出現状況は，このことを示すものであろう。

b. 摂餌活動の昼夜による相違

第４表に見られるように Myctophidae の出現率が合計に於て第２表の値とほとんど等しい 8.3%：40%

になっていることは，内容的にみると，キハダでは Myctophidae に遭遇する割合の少い昼間の漁獲尾数が多いために夜間の高率が消されて全体として値が小さくなっており，又メバチでは Myctophidae に遭遇する割合の多い夜間の漁獲尾数が多く，かつ昼間においてはキハダのような影響が少いため，キハダに比して高い値となっている。

即ち Myctophidae の出現率が示しているものは，前項の昼夜による垂直分布の相違という現象の外に，摂餌活動の昼夜による相違という現象も関連しているように考えられる。

キハダとメバチが昼夜で摂餌活動を異にするらしいということは，野村[9] が指摘しているが，第5表を第6表にまとめ直して，この点について同様な検討を行ってみた。（第6表* ）

Table 6. Percentage of yellowfin and bigeye tunas caught alive and dead by day and night.

		Day		Night		Total
		Alive	Dead	Alive	Dead	
Yellowfin tuna	N	112	191	31	303	637
	%	17.6	30.0	4.9	47.5	100
Bigeye tuna	N	47	14	96	69	226
	%	20.8	6.2	42.5	30.5	100

Jan.～Feb. 1956 Keiten-maru

キハダでは，生魚についてみると昼間の漁獲割合が夜間の約3倍高くなっており，又昼間の死魚の割合が高い。メバチではキハダと逆に，生魚は夜間の漁獲割合が高く昼間の約2倍を示し，又昼間の死魚の割合が低い。このことからキハダは夜間より昼間に，メバチは昼間より夜間に，より active に索餌するのではないかと考えられる。

深海性の魚族が，キハダに比してメバチで高い出現率を示していることは，以上の a • b の生態と関連しているものと推察される。

Ⅳ. 総　　括

西部太平洋赤道海域において，同一海域で同時期に漁獲されたキハダとメバチの食餌組成について検討した結果，組成の概略の傾向は似ているが，数種の餌生物について両者で著るしい相違がみられた。概略の傾向が似ているという点は，従来のマグロ類の食性に関する見解即ち，各種マグロ類の餌の選択範囲がそれぞれ非常に広く，また，その範囲もほぼ一致しているということを支持するものと思われる。両種の間にみられた相違点については，このような相違が両種のどのような生態にもとづくものであるかについて考察した結果，両種の生態に関して以下のようなことが想定された。

(1) キハダとメバチの垂直分布について，分布の密なる層に深浅の差があり，キハダに比してメバチが深い。

(2) キハダ • メバチ共に昼夜で分布状態を異にし，両種共に夜間には浅層に浮上する傾向がある。

(3) キハダは夜間より昼間に，メバチは昼間より夜間に，より active に索餌する。

このような生態的な差異に基き，同一海域及び同時期に漁獲されるキハダとメバチの食餌組成にも差異を生ずるものと思われる。

文　　献

1）中村広司，1948，マグロ類とその漁業，竹内書房

* 第6表中には，第5表の枝縄別調査を行い得なかったものも含まれている。

2) John W. Reintjes & Joseph E. King, 1953, Food of Yellowfin tuna in the Central Pacific. Fishery Bulletin 81.

3) Rolf Juhl, 1955, Notes on the feeding habits of subsurface Yellowfin and Bigeye tunas of the eastern tropical Pacific Ocean. Carifornia Fish and Game Vol. 41, No. 1, pp. 99〜101.

4) 蒲原稔治，1940，日本動物分類（堅皮類）

5) 中村広司，セレベス海産キハダの食餌に就て，台湾博物学会報，26，pp. 1〜8

6) 千葉県水産試験場，1952，ふさ丸による南洋鮪資源調査報告，千葉水試時報

7) 中村広司，1943，マグロ・カジキ，海洋の科学，Vol. 3 No. 10，pp. 19〜33

8) 蒲原稔治，1950，深海の魚族，日本出版社

9) 野村俊造，1956，鮪漁業（生死率からみた鮪延縄漁業の操業時間）No. 26，鮪漁業研究会

10) 藪田洋一，マグロ・カジキ類の胃内容物（小笠原近海），南海区水産研究所業績集 第1号，1953

11) 須田　明，マグロ・カジキ類の胃内容物中にみられるカツオ若年魚，南海区水産研究所業績集 第1号，1953

12) 松原喜代松，1955，魚類の形態と検索，石崎書店

キハダの研究 Ⅱ*
東カロリン諸島沿海における体長組成

藪田洋一，行縄茂理

STUDIES ON THE YELLOWFIN TUNA ……… II
Size compositions in the adjacent waters of the east Carolines.

Yōichi YABUTA, Mori YUKINAWA

Seasonal variations of size composition of the yellowfin tuna distributing in various current areas of the Pacific have been examined. Findings from the study are :

1) Size compositions differed by current and season, but the former difference are not distinct.

2) In this area, larger fishes (2..in fig.) are abundant in annually.

3) The young fishes (1..in fig.) are added in this area, on March or April. And the large fishes (2..in fig.) are disappeared in this area on December.

〔まえがき〕

筆者等はさきに西カロリン諸島沿海に分布するキハダの体長組成[1] について，海流系別に季節及び年変化を検討し，下記の知見を得た。

i) 体長組成は海流系によって異る。

ii) 季節風の転換期に当る３月，９月を中心として大規模な魚群の移動があるが，その状態は海流系によって異る。

iii) 南東及び北東風季における体長組成は明らかに異っているが，この原因には魚群の成長と移動とが考えられる。

本報告は東カロリン諸島沿海（150°～170°E，４°S～12°N）について前回と同様な検討を加えたものである。

本文に入るに当り，適切な御助言と御協力を得た中村所長，矢部部長並びに遠洋資源部各位に深謝する。

Ⅰ. 資料及び整理の方法

資料は南海区水産研究所の調査計画に基き，東京，焼津，三崎（神奈川水試調査）の魚市場で蒐集されたものである。海域を150°～170°E間に限定したのは第１図に示すように，この海域内の体長組成は150°E以西や170°E以東の海域と異っているからである。休長測定資料は漁船の操業報告を参照し，海流系別，年月別に整理した。海流系については海流図** により，２°N，８°Nを夫々南赤道流，赤道反流，北赤道流の潮界であると仮定した。

Ⅱ. 海流別体長組成

海流系別に求めた体長組成を年で比較すると，同様な傾向を示すので，年を無視して同月のものを集計した。南赤道流々域においては２°～４°S間における体長組成をみると100cm以下の小型群の割合が多いので

---

* 南海区水産研究所業績 第101号

** 水路部，昭和11年９月30日発行

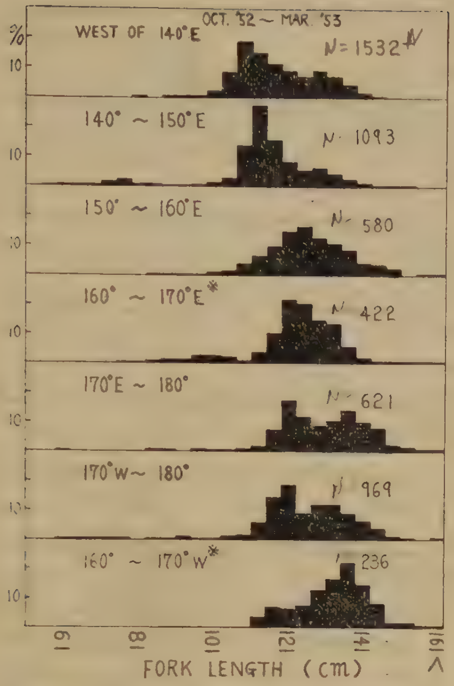


Fig. 1 Length frequency distributions of yellowfin tuna by longitude (2°〜8°N). remarks
※ … Oct. 1953〜Mar. 1954.
1/ … number of fish measured.

別個に考察した。

イ）北赤道流々域（8°〜12°N，第2図）

測定資料は少いが，図のように対応すると思われる体長群に同じ番号をつける。その番号に従うと，1の群は1〜3月の間にはその割合は少いが4月に入ると稍々増加する。6月以降10月迄は9月を除いては資料がないが，1の群は11月の1？群（1月の2群に続く）に続き，12月以降翌年9月迄の主群を形成する。2群* は1月から5月にかけて徐々に大きい体長級に移行し，9月にもその割合は多いが，11月に入ると稍々その割合を減ずる。これらの現象は次に述べる反流々域ではより明瞭に認められる。

ロ）赤道反流々域（2°〜8°N，第3図）

第2図同様に体長群に番号をつけると，第3図のようにモードは月の進むに従って大きい体長級に移行する。1群は1〜3月の間にはその割合は

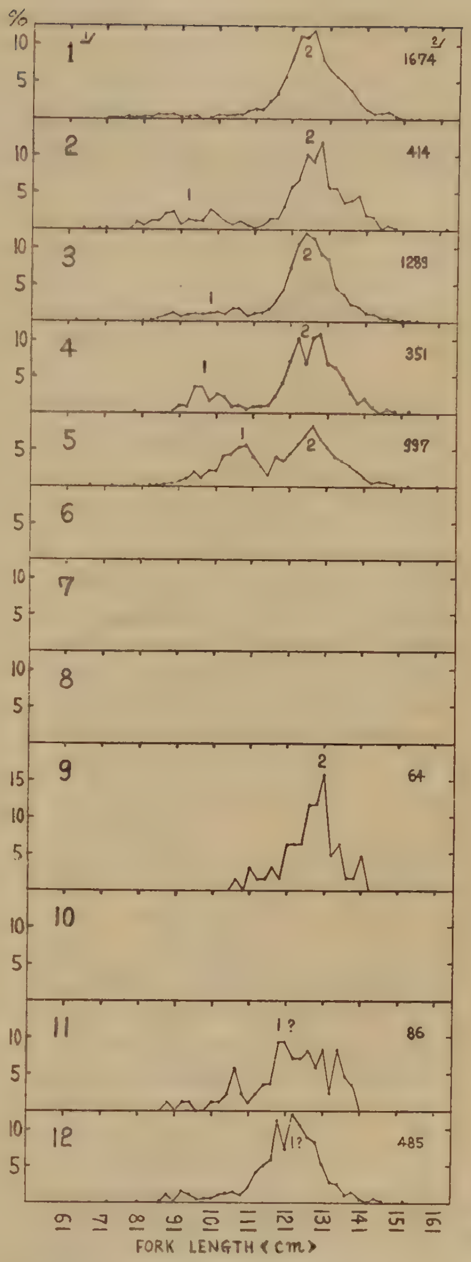


Fig. 2 Monthly length frequency of distributions yellowfin tuna (8°〜12°N, 150°〜170°E).
1/ Month. 2/ No. of fish measured.

* 135cm附近にも小さなモードの存在が認められる。これは年令の差ということも考えられるが，雌雄によって魚体の大きさに差異(7)があることも知られているので，現段階では2群以上の体長群については論及しない。

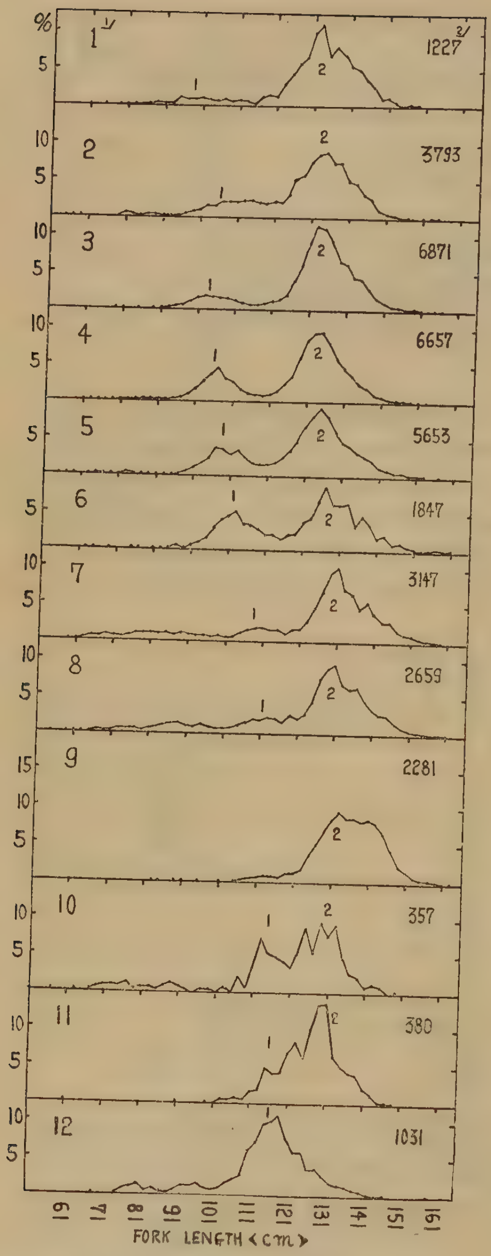


Fig. 3 Monthly length frequency distributions of yellowfin tuna (2°～8°N, 150°～170°E).
1/ Month.
2/ No. of fish measured.

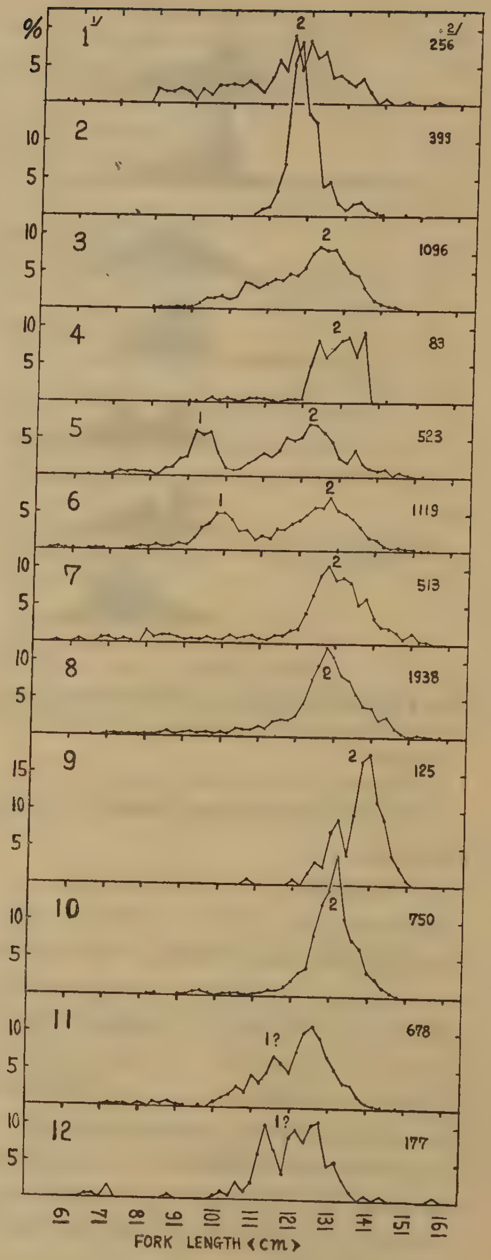


Fig. 4 Monthly length frequency distributions of yellowfin tuna (2°S～2°N, 150°～170°E).
1/ Month.
2/ No. of fish measured.

著しく少いが，4～6月にはその割合は増加する。7～9月には1群の割合は一度減少するが，10月以降には再び増加し，12月には主群を構成する。この1群は1月の2群に続き，11月迄主群となっているが，12月に入ると著減する。即ち12月の主群は翌年11月まで主群の位置を保ち，4～9月の期間における1群の割合

は低い。

ハ）南赤道流々域

i） 2°S～2°N間の海域（第4図）

この流域においても第4図のように体長群の移行が認められる。これらの各群の移行及び割合の月による変化は赤道反流々域（第3図）におけるものと傾向的に一致している。2群のモードの月変化は測定数の多少によるものと考える（第5図参照）。

ii）2°～4°S間の海域（第5図）

この海域の体長組成をみると，以北の海域におけるものとかなり相違する。即ち1群は3月からその割合は多く，9月迄2群と1対1の割合を示し，以北の海域に比較して1群の割合は周年高い。換言すれば2群の占める割合は以北の海域より著しく低い。各体長群の移行，並びに2群が11月に入ると減少する傾向は以北の海域と同様である。

ニ）各海流系における体長組成の比較

第2～5図に示した各海流系別体長組成を比較すると，第2～4図のものはよく一致し，その間に差異は認め難い。海流系による体長組成の相違を比較し易いように3カ月毎にまとめて示すと第6図の如くである。図から既述の事象をより明瞭に窺うことが出来る。このように海流系による体長組成の相違が不明瞭であることは，周年一定の緯度幅を以って海流系を設定したことにもよろうが，この海域では体長組成の海流系による相違が著しくないことを示すものであろう。*

第2～6図から魚群の移動について少し考えてみよう。1群は1～3月には2°～4°S間の海域に多いが4月以降には以北の海域でその割合が増加することから，3～4月にかけて北上することが考えられる。7～9月には2°S以北では1群の割合が著減し，10月以降には再び主群となっている現象の意味については全く不明である。2群についてみると周年主群となって現われるが，10月以降にはその割合は減少して来る。その減少は南程おそい傾向がみられるので，9月以降にこの群の南下が考えられる。又150°E以西の海域では10月に入ると2群** が著減したが(1)，この海域では10～11月にもかなり高い割合を示すので，9月頃に150°E以西の海域から一部の来游があるものと思われる。このような魚群の移動については更に南の海域や170°E以東の海域についても検討する必要があるが，この問題については今後も検討を加えて明らかにするつもりである。

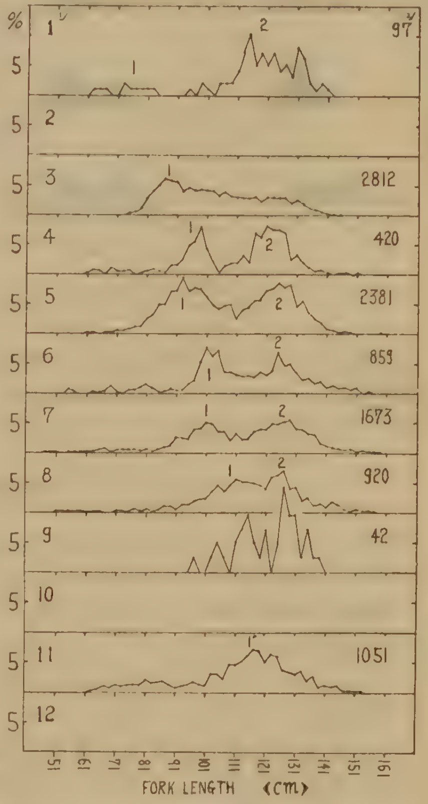


Fig. 5 Monthly length frequency distributions of yellowfin tuna (2°～4°S, 150°～170°E).

1/ Month.

2/ No. of fish measured.

Ⅲ. Modal length の移行

第2～5図に示した1，2の体長群は1年令差のもので，モードの移行は魚群の成長を示すものと考えら

---

* 引用文献 2)～4) においてもこの傾向が窺える。

** 引用文献 1) においては A_4，B_4 群に相当する。

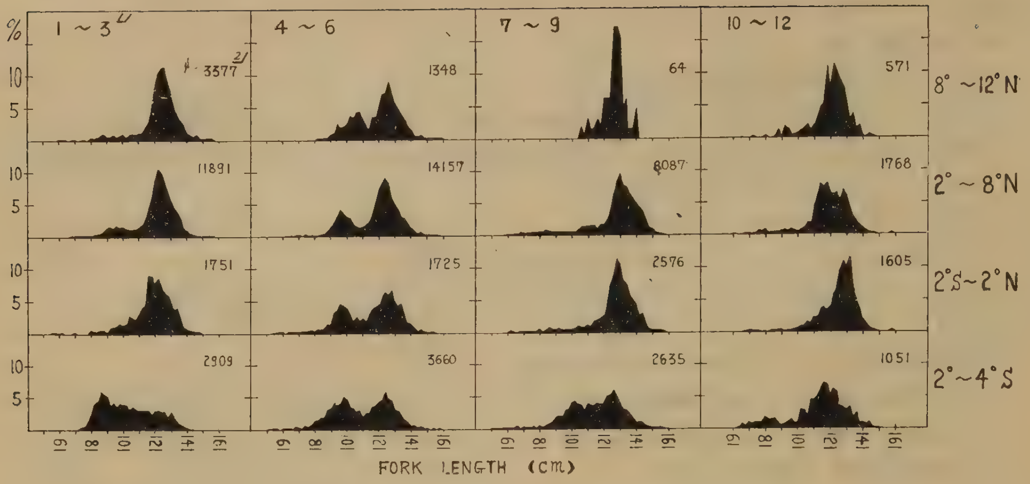


Fig. 6 Length frequency distributions of yellowfin tuna (150°〜170°E).
1/ …… Month. 2/ …… No. of fish measured.

れる。著者等はさきに日本近海におけるキハダの年令と成長について報告したが，これと良く，一致している。Edwin S. Iversen(10) は赤道附近における Dominant な体長群にはモードの移行が明らかでないと述べているが，著者等の得た結果では Dominant group にもモードの移行が明瞭に認められる。*

Ⅳ. 西カロリン諸島沿海におけるキハダ体長組成との比較

本稿において述べた東カロリン諸島沿海におけるキハダの体長組成と西カロリン沿海のそれと比較すると両者の間にはかなりの相違がみられる。

i) Modal length は西カロリン諸島のそれより東カロリン諸島沿海では数糎大きく，130cm以上の大型魚の占める割合は各海流系ともに多い。又反流以北においては９月以前の１群の割合は西カロリン諸島沿海におけるより少く，周年２群（10〜12月の１群を含む）の割合が多い。

ii) 海流系による体長組成の差異は第６図に示す如く顕著でなく，西カロリン沿海に比して不明瞭である。

iii) ３〜４月に若年群（１群）が反流以北に増加する現象は西カロリン諸島沿海と同様に認められる。しかし東カロリン諸島沿海ではこの現象は南赤道流々域においても認められる。

iv) ９〜10月を転換期として西カロリン諸島沿海ではそれ以前に主群となっていた 130 cm 以上の大型魚の消失する現象が認められたが，東カロリン諸島沿海では数カ月おくれた12月に入ってから減少する。

上述の如く，東，西カロリン諸島沿海の体長組成は色々の点で相違している。中村(6) は漁況の季節変化から小笠原，マリアナと南北に連る列島線がマグロ類の分布に影響を与え，この東西では魚群の洄游系路が異るのではないかと推定している。著者等が体長組成を検討した結果からも同様の事が考えられる。しかしiv) に指摘したように４〜９月における主群は西カロリン諸島沿海では10月に入ると著減するが，東カロリン諸島沿海では12月に入って減少することから，この群の東方への移動が考えられる。又漁場の連続している事(7)，放射能をもったキハダの出現状態(8) 等を考慮すると，中村の考え方には猶多くの検討を要しよう。

Ⅴ. 要　　　　約

1) 150°〜170°E，４°S〜12°N間の海域における海流系別体長組成の季節変化を検討した。

---

* Iversen が扱っている魚体は130cm以上，海域は180°以東である。著者等は170°E以東についてとりまとめ中であるが，130cm附近にモードをもつ体長群の季節による移行は明らかでない。

2) 体長組成は海流系，季節によって異るが，前者による相違は著しくなく，150°E以西と比較して不明瞭である（第6図）。

3) この海域では周年大型群（図では2群）の割合が多い。

4) 3月～4月に若年群（図では1群）が増加するが，大型群（2群）は12月に入って減少する。

5) 西カロリン諸島沿海に分布する4～9月の間の主群は9月以降に東又は南へ移動することが考えられる。

6) 南赤道流々域では北辺部（2°N～2°S）と南辺部（2°～4°S）に分布する体長組成は異り，南辺部では周年若年群の割合が多い。

引　用　文　献

1）藪田洋一，行縄茂理：南海区水産研究所報告 第5号（75）（1956）
2）藪田洋一，行縄茂理：南海区水産研究所報告 第5号（78）（1956）
3）藪田洋一，上柳昭治：南海区水産研究所業績集 第1号（28）（1953）
4）藪田洋一，上柳昭治：南海区水産研究所業績集 第1号（29）（1953）
5）中村広司：鮪類とその漁業（竹内書房）（1949）
6）中村広司：南海区水産研究所報告 第1号（1951）
7）藪田洋一：鮪延縄平年漁況図，昭和27年度版 キハダ（1954）
8）須田　明：水産科学 6巻1号（1956）
9）山中　一：南海区水産研究所報告 第5号（79）（1956）
10）Edwin S. Iversen：Special Scientific Report … Fisheries No. 174（1956）

キ ハ ダ の 研 究 III*

釣獲率及体長組成にみられる経年変化（赤道太平洋）

藪田洋一， 安楽 昇， 行縄茂理

STUDIES ON THE YELLOWFIN TUNA ……… III

Annual variations of the size compositions and the hooked-rates of yellowfin tuna distributing in equatorial Pacific.

Yōichi YABUTA, Noboru ANRAKU, Mori YUKINAWA

1) Authors examined the annual variations of the hooked-rate (table 1) and size compositions (fig. 5~7) of yellowfin tuna distributing in equatorial Pacific.

2) Annual hooked-rate of yellowfin tuna had been not variable from 1950 till 1956. But in the detailes, it seems that the hooked-rate in 1952 and 1956 were higher values than that in the another years.

3) As shown in fig. 6, variation in modal size between year suggest a periodic tendency to increase or decrease.

4) It is not able to compair the positive quantity of A-group with that of B-group, but authors pressume A-group populations are abundant in 1952, 1956.

5) When the populations of yellowfin tuna are abundant, it seems that the growth rate are controlled.

6) It seems that the annual variations of hooked-rate and size compositions resembles in each area. And so, these fact could indicate a possibility of extensive migration and inter-mingling of the stocks.

太平洋赤道海域においては多数のマグロ延縄漁船が稼働し，かなりの漁獲をあげているが，この海域で操業する漁船数や漁獲量についてとりまとめた統計資料はない。著者等は当水産研究所の調査計画に基いて，各水揚地において蒐集された漁況報告並びに体長測定記録を整理検討し，赤道海域におけるキハダ資源の変動に関し，若干の知見を得たので報告する。

本文に入るに先だち，適切な御助言と御協力を得た中村所長，矢部部長，並びに遠洋資源部各位に深謝するとともに，御協力を得た各県水試マグロ担当者並びに漁業者の方々に謝意を表する。

I. 資 料 の 整 理，方 法

キハダの漁場は赤道を中心として東西に帯状に形成され，周年漁場として成り立っている。キハダの釣獲率は南高北低を示し[1]，5°N 以北における釣獲率は低く，メバチ，クロカジキ等を含めて漁場価値があり，5°N以南ではキハダを主としている。又釣獲率の東西方向による差異は殆んどない（第1図）。釣獲率の経年変化をみるために2°S～5°N，5°～12°Nの2海域を夫々経度 10° 毎に区分し，各海域における年月別平均釣獲率を求めた。体長測定記録は原簿の整理の都合上，緯度を2°S～4°N，4°～12°Nに分ち，経度20°毎の各海域別に4～6月，7～9月（南東風季）10～12月，1～3月（北東風季）の4期に分けて整理した。海流系による体長組成の相違は南東風期に明瞭に，北東風季に不明瞭であるが，モードの位置に

南海区水産研究所業績 第102号

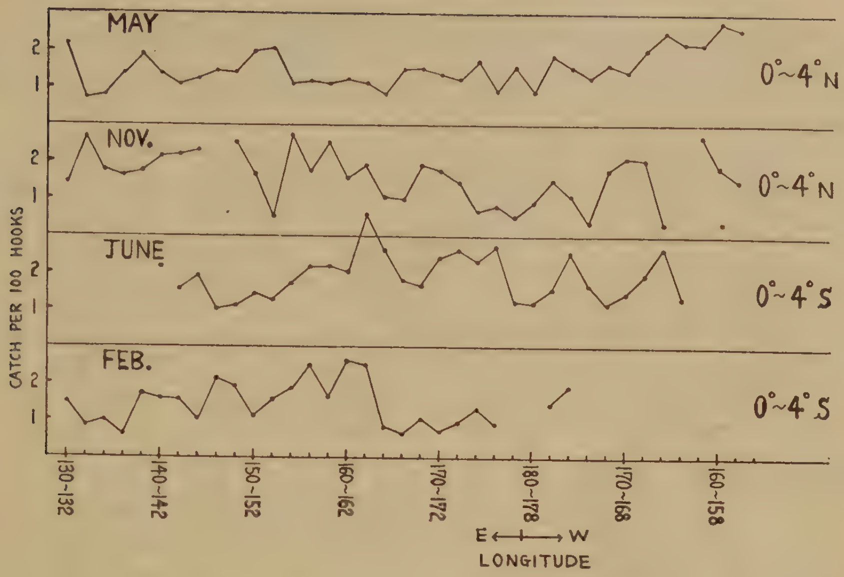


Fig. 1. The fishing conditins by longitude.

は大差がない。* 従って北東風季については３カ月毎に分けて考察し，南東風季（'50～'51年を除き４～６月に資料が多い）のものは，北東風季との関連をみるために２°S～12°Nを一括した。

Ⅰ. 釣獲率にみられる経年変化

既述の海域区分による年月別平均釣獲率を附表，A．B，第２図，A．Bに示す。表及び図から明らかなように，各海域とも釣獲率の季節変化は毎年類似し，且つ年変動が少く，略横這いの状態を示している。しかし，釣獲率が最高を示す月は年によってかなりずれている。そこで年変動は一年の期間には一定の大きさの変動として働くと想定し，年次の経過に伴って同月の平均釣獲率が増加又は減少の傾向を示すか否かの検討を行ってみた。この分布を正規分布に近づけるために計算の容易な数値転換式

$Y=\log_{10}(r+3)$ ……（上村[3] の方法による）

r は鈎1000本当りの漁獲尾数

により変換を行い，各海域毎に月別の回帰係数を求めた。その結果は第１表及び第２表に示す如く回帰係数は

Table 1. Regression coefficients（２°S～５°N).

Area / Month	125°～140°E		140°～150°E		150°～160°E		160°～170°E	
	n	b	n	b	n	b	n	b
1	8	0.0202	6	−0.0129	5	0.0030	3	0.1000
2	7	0.0052	7	0.0122	7	0.0161	5	−0.0250
3	6	−0.0291	6	0.0671	6	0.0238	4	0.0490
4	5	0.0360	6	0.0039	6	0.0405	5	−0.0520
5	7	0.0425	7	0.0414	5	0.0337	5	−0.0134
6	5	−0.0478	3	−0.1200	6	0.0336	5	−0.0410
7	3	−0.0894	3	−0.0600	6	−0.0094	1	
8	4	−0.1110	3	−0.1100	6	−0.0126	4	−0.0375
9	4	−0.1240	6	−0.1057	5	−0.0117	4	−0.0995
10	5	0.1050	6	−0.0526	5	−0.0569	5	0.0326
11	6	−0.0203	6	−0.0260	4	0.0287	4	0.0426
12	6	−0.0131	5	0.0221	3	0.0125	2	0.1000

* 文献２）において報告した。

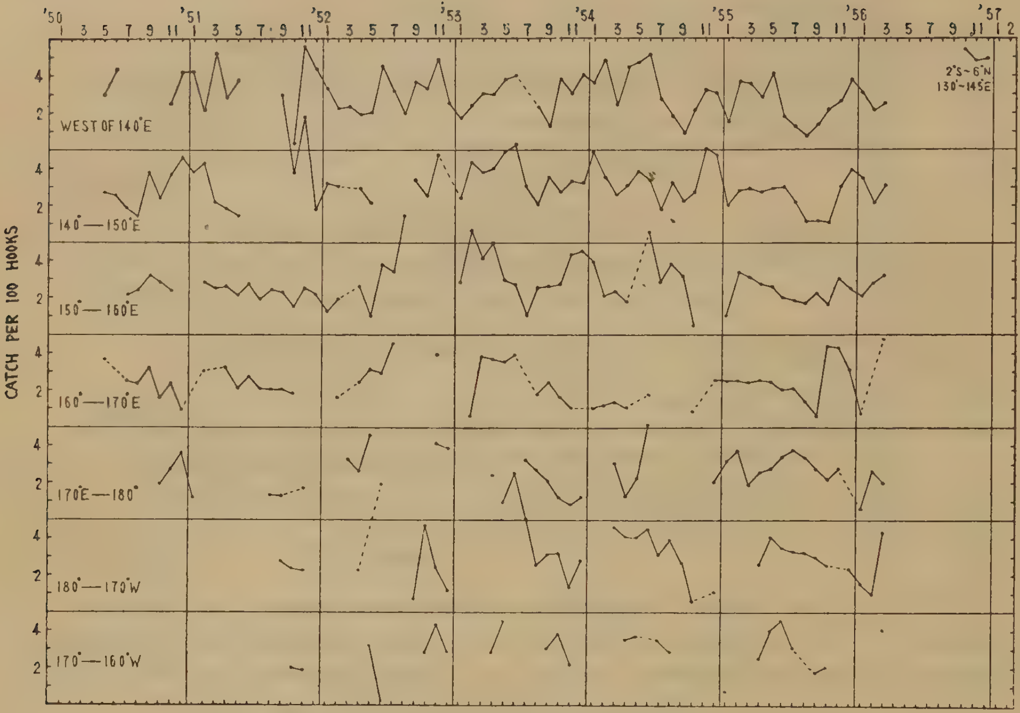


Fig. 2. A. The annual fishing conditions by area (2°S∼5°N).

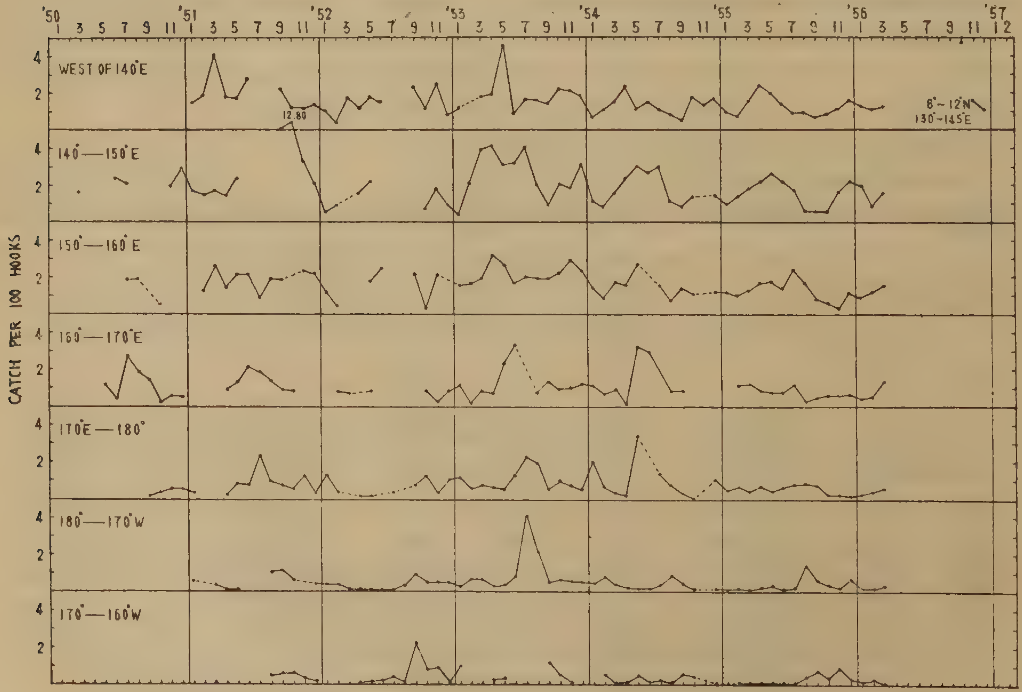


Fig. 2. B. The annual fishing conditions by area (5°∼12°N).

Table 2. Regression coefficients (5°〜12°N)

Area / Month	125°〜140°E n	125°〜140°E b	140°〜150°E n	140°〜150°E b	150°〜160°E n	150°〜160°E b	160°〜170°E n	160°〜170°E b	170°〜180°E n	170°〜180°E b	180°〜170°W n	180°〜170°W b	170°〜160°W n	170°〜160°W b
1	6	−0.0160	6	0.0283	5	−0.0310	3	−0.1013	6	0.0289	6	−0.0164	3	−0.8422
2	5	−0.0152	7	−0.0246	7	−0.0228	5	0.0220	5	−0.2110	5	−0.0720	3	−0.0600
3	6	−0.0711	7	−0.0017	6	−0.0144	5	0.0520	4	−0.0200	6	−0.0083	3	0
4	5	0.0460	6	0.0479	5	0.0272	4	−0.0506	5	0.0680	5	0.0140	4	−0.0100
5	5	−0.0060	6	0.0659	6	0.0429	6	0.0154	5	0.0640	5	0.0340	4	−0.0110
6	5	−0.0530	3	−0.0900	5	−0.0005	6	0.0711	3	−0.0100	4	−0.0380	3	−0.0307
7	3	−0.1050	3	−0.1700	5	0.0328			5	−0.0350	4	−0.0450	3	−0.0821
8	3	−0.0950	3	−0.2100	5	−0.0356	5	−0.1147	4	−0.0211	5	0.0830	4	−0.0040
9	5	−0.1290	4	−0.1172	5	−0.0780	5	−0.0602	6	0.0297	5	−0.0690	5	−0.0320
10	5	−0.0120	5	−0.2240	5	−0.0368	5	0.0324	6	−0.0026	5	−0.0660	5	−0.0430
11	5	−0.0280	5	−0.0324	4	−0.1654	4	0.0177	5	−0.0488	3	−0.0828	4	0.0503
12	6	0.0748	6	−0.0031	4	−0.0691	4	0.0165	6	−0.0129	5	0	4	0.0200

−0.1から+0.1の間にあり絶対値が0.0以下のものが圧倒的に多い。このような結果からみると，赤道海域全般としては年間の平均釣獲率は横這いの状態にあると言えるであろう。

第３図は第１表の海域区分に従った３カ月毎の平均釣獲率を示す。図から窺えることは各海域共平均釣獲率の年変化の様相が類似していることである。又２°S〜５°N間の海域においては，′52，′53年頃と′56年に高い釣獲率を示す傾向があり，５°〜12°N間の海域においても略同様な傾向がある。従って赤道海域全般としては，平均釣獲率は横這いの状態を示しながら夫々大きな年変動を示し，殊に′52年，′56年では高くなっている。これは後述の体長組成の年変化と比較すると興味深いものがある。

Ⅲ．体長組成にみられる経年変化

i）モードの位置

′50年以降′57年３月迄に蒐集された体長測定資料を用い，年度別に10〜12月，１〜３月の２期（キハダの主漁期）に分け，２°S〜４°N，４〜12°N間の海域を経度20°毎に区分し，夫々の体長組成を第４〜５図，A．Bに示す。図から各海域におけるモードの位置は1950年以降数年おきに小さい体長級へ，或いは大きい体長級へ移行する現象を繰り返しているようである。このように北東風季における体長組成をみると年によって同一年令群と思われる体長群のモードの位置が異り，周期的傾向を示すようでもある。これをより明らかにするために，２°S〜12°N間の海域を150°E以西，150°〜170°E，170°E〜150°Wの３海域に区分し，北東風季（10〜３月）南東風季（４〜９月）に分け，年度別に示すと第６図の如くである。

南東風季には各年共A群と，B群の２群が現われ，北東風季にはその中間にA′群が現われるが（他に80〜90cm附近にも体長群が認められるが，これは翌年のA群に続くものであろう）年度によってはA′群とB群は殆んど重り合っていることもある。著者等[4] はこの群について A→A′→B（翌年）なる成長が考えられ，A，B群は１年令差の魚群であろうと推定した。これらのA，A′，Bの３群のモードの位置を年によって比較すると，A群は′50年から′52年にかけて小さい方に移行し，その後再び大きい方へ移行し，′54年には′50年における位置と一致し，再び′56年に最小となっている。このように数年毎に周期的に変動する傾向は他のA′，B群についても認められる。しかし，170°E以西ではA群の存在により明らかに，それ以東では不明瞭となっている。このようなモードのズレはその体長群によって変動幅は異るが，全海域に亘って同じ傾向がある。これは赤道海域におけるキハダが同一stockに属していることを示すものと考えられ，資源研究の上に重要な示唆を与えるものであろう。

ii）年による成長の差異

先に指摘したように A→A′→B なる成長度の年による比較を行ってみよう。第６図から求められたモードの位置を第３表に示す。表にA→A′→Bは→印で示してあるが，半年又は１年間の成長量はA′−A，B−A′及びB−Aで求められる。この結果を第４表に示す。年間の成長量は20〜36 cm であるが，A′−Aが

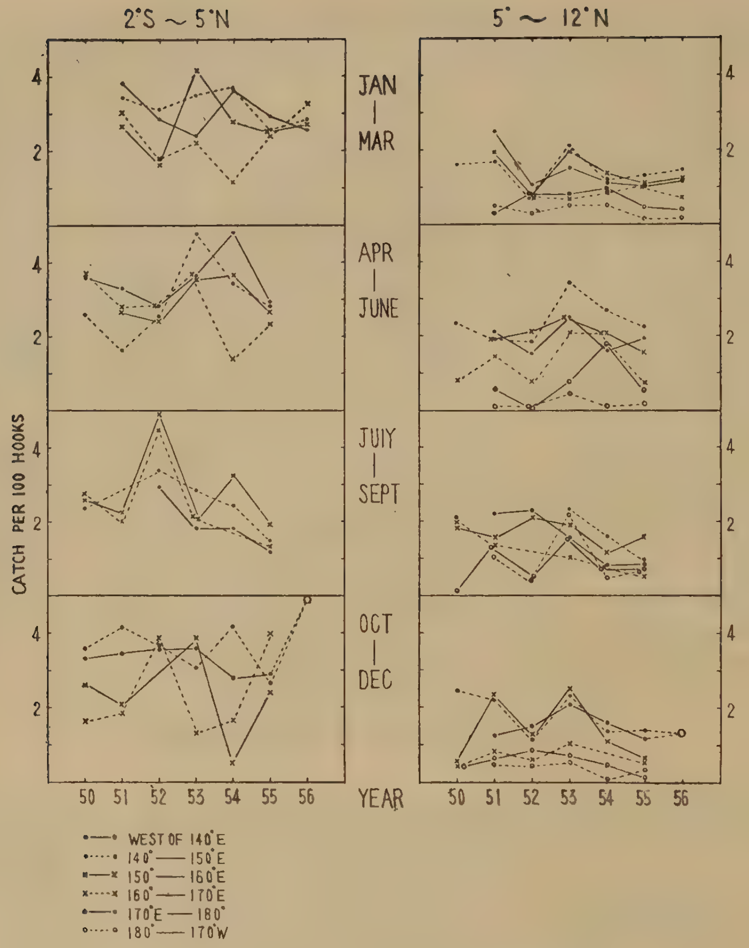


Fig. 3. Mean of hooked-rate by year.

Table 3. Modal length

Area / Year	West of 150°E			150°~170°E			170°E~150°W		
	A	A′	B	A	A′	B	A	A′	B
′50	107	123	127		131	131		133	
51	103	117	127	95	119	131	95	135	135
52	95	113	127	103	123	127		123	135
53	99	117	125	103	123	127		127	135
54	101	123	121	107	125	139		131	145?
55	95	111	123	97	123	125		131	127
56	93	109	127	93	109	123		121	

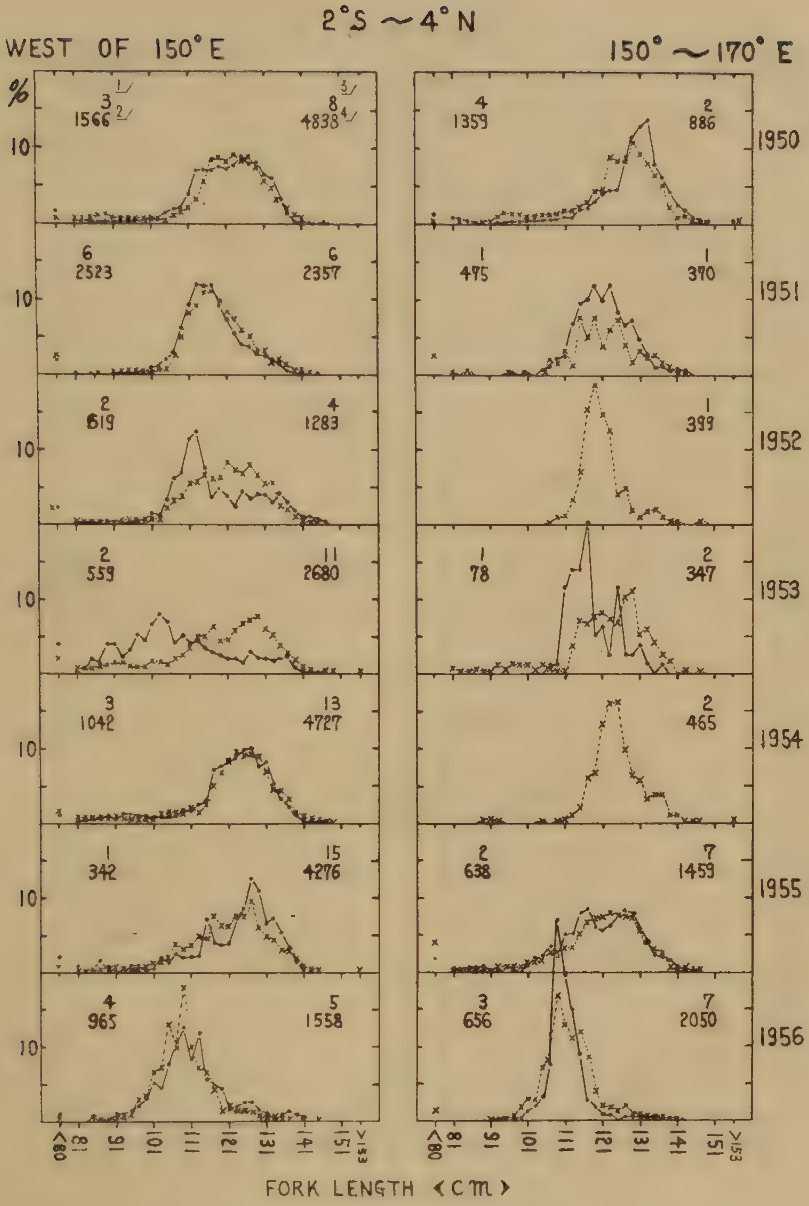


Fig. 4. A. Length frequency distributions of yellowfin tuna by year.

remarks

•——• Oct.~Dec. 1/ No. of ship. 2/ No. of fish.

×……× Jan.~Mar. 3/ No. of ship. 4/ No. of fish.

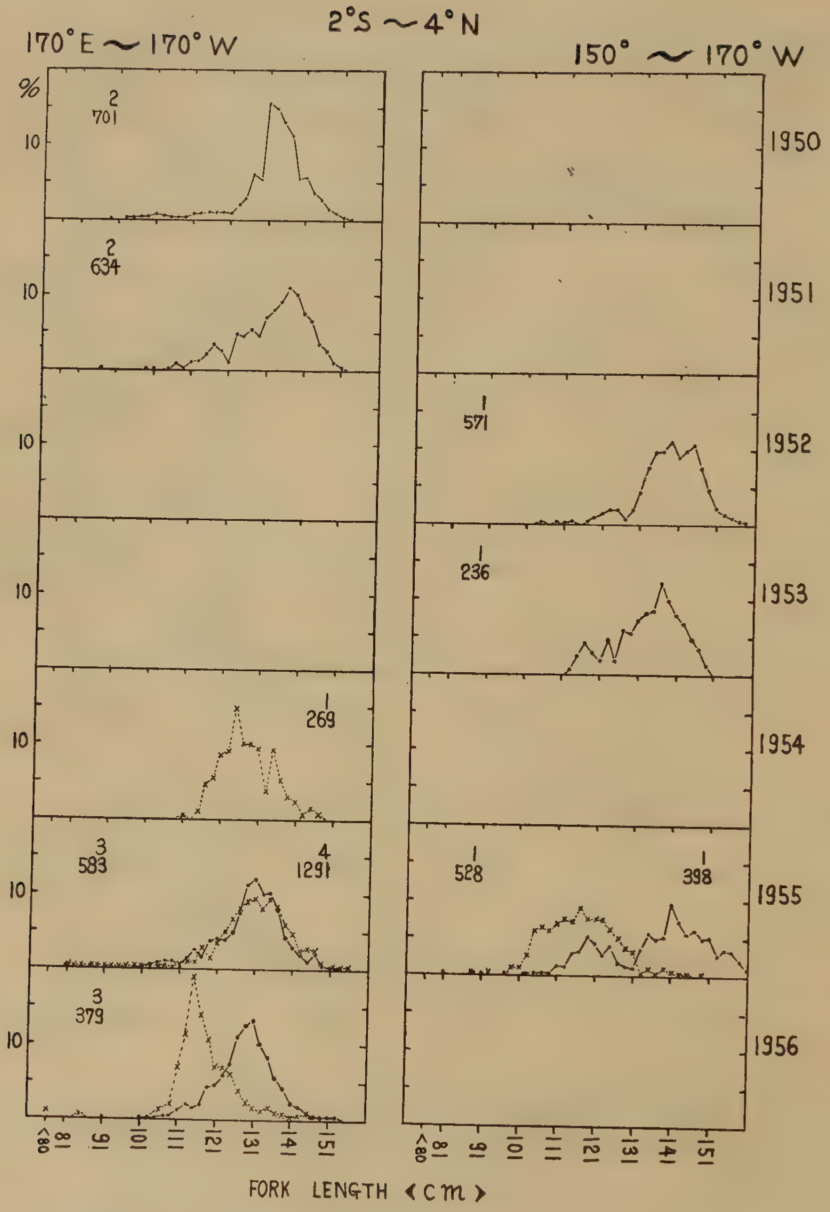


Fig. 4. B. Length frequency distributions of yellowfin tuna by year

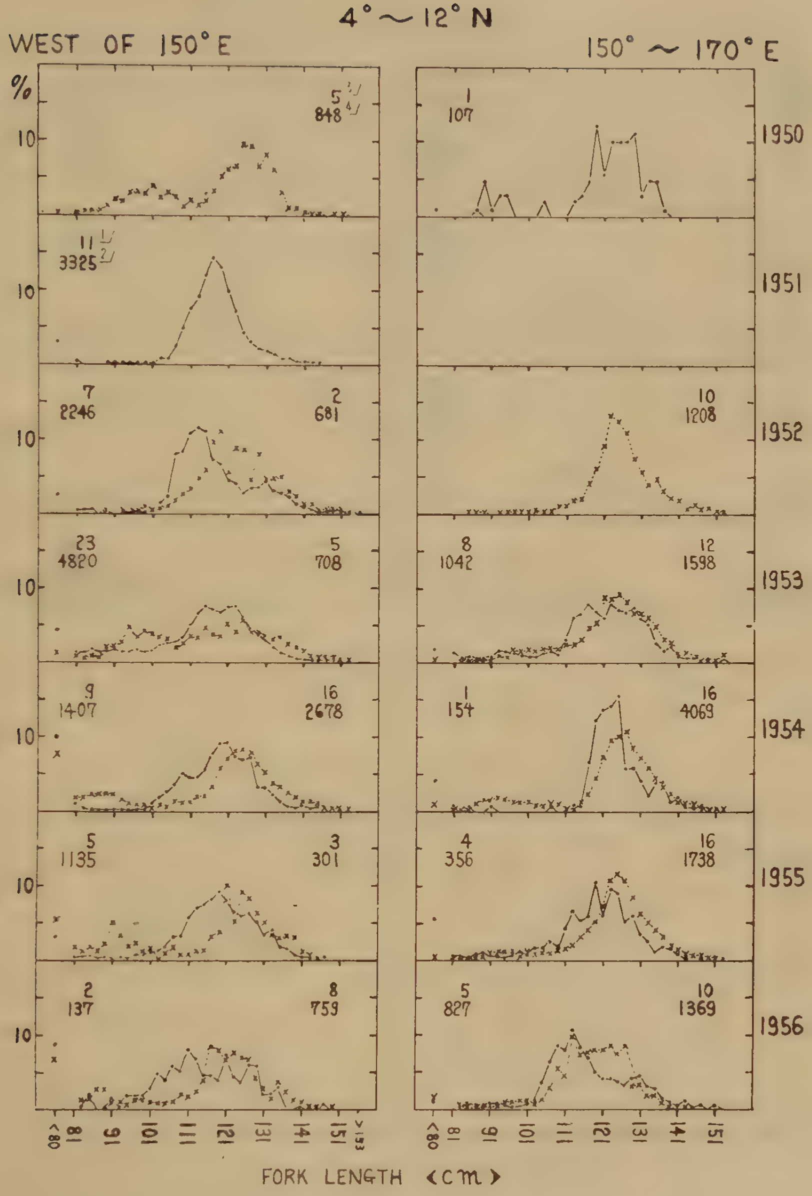


Fig. 5. A. Length frequency distributions of yellowfin tuna by year.

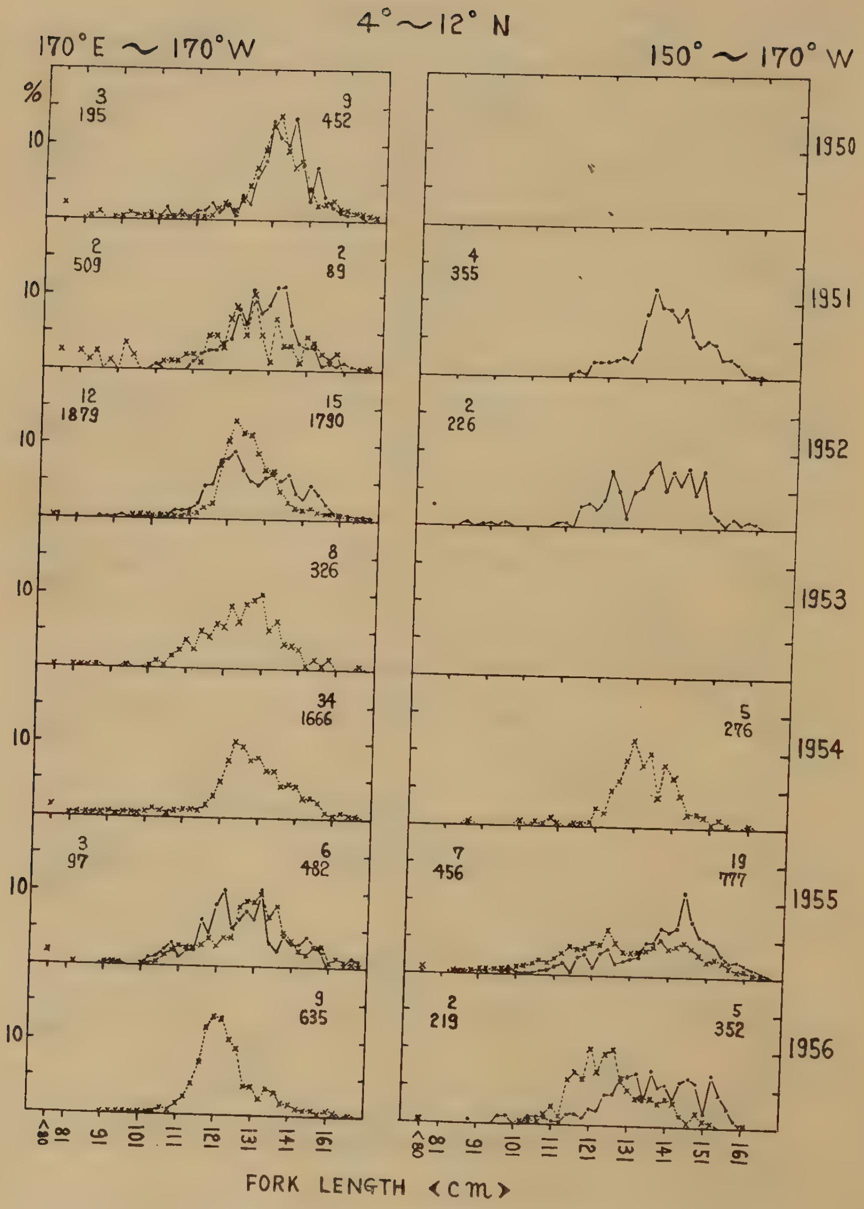


Fig. 5. B. Length frequency distributions of yellowfin tuna by year.

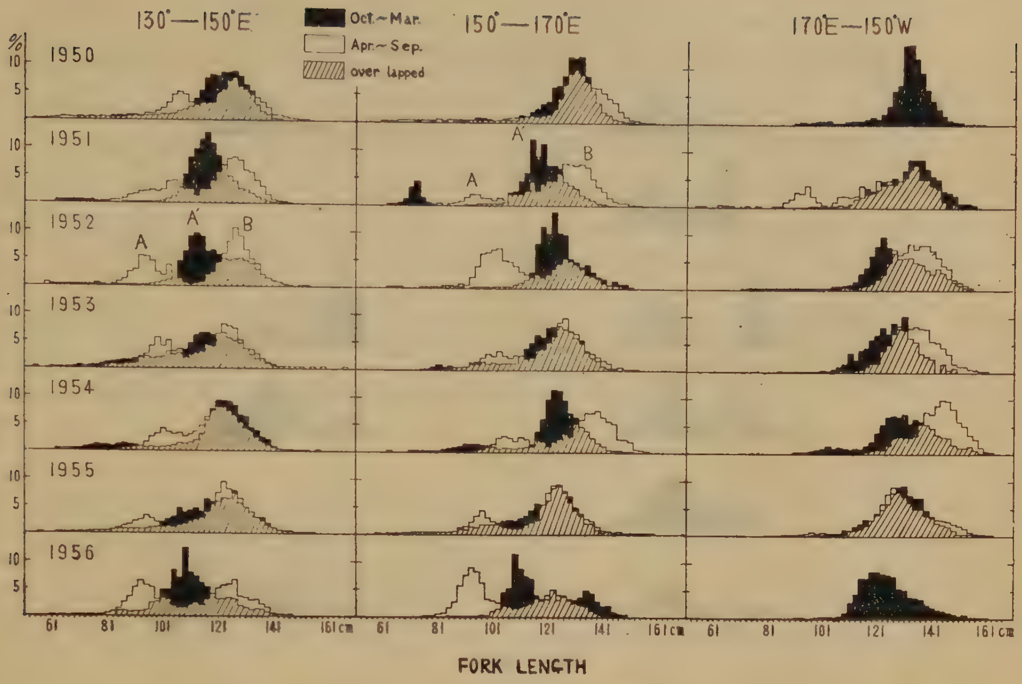


Fig. 6. Length frequency distributions of yellowfin tuna by year (2°S～12°N).

Table 4. Lagged difference between modal-langth.

Area / Year	West of 150°E		150°～170°E	
	A′－A	B－A′	A′－A	B－A′
′50	(107) 10	10		
51	(103) 10	12	(95) 28	4
52	(95) 22	4	(103) 20	16
53	(99) 24	0	(103) 12	0
54	(101) 10	16	(107) 16	0
55	(95) 14		(97) 12	
56	(93)		(93)	

注（ ）内はその年のA群のモードの位置，数字はこの群の半年間のモードのズレ（成長量）を示す。

大きいとB－A′は小さい傾向がある。即ち′52年前後における半年間のA群の成長（A′－A）は著しく早く，A′群の成長（B－A′）はおそくなっている。このA群は満2年を経たものと推定(5)されているが，それ迄の成長の良，不良が体長組成にみられる周期性の一因となっていることが考えられる。又成長度はこのA群の量とも密接な関係をもっていると考えられるが，これについては次節で述べる。

iii）年による群の出現について

体長組成からはA．B群の相対的比率が求められるが，各体長群の population の量について解析することは困難である。現在のところ，釣獲率の年変動が比較的少いことから釣獲率を考慮した各体長群の魚群量の比較は第7図に示す体長組成によって行い得るものと思われる。A．B両群の比は逆の傾向を示すが，経年的にみると′50年にはA群＜B群なる量的関係があるが，′52年にはA群＞B群，′54年にはA群＜B群，′56年にはA群＞B群という関係がある。又A群の多い年にはモードの位置は小さい方に，A群の少い年は大きい方へ現われる傾向がある。そこでA群の割合が多い赤道反流々域の5～8月について釣獲率をかけた各体長群の量を第7図に示す。各体長群の量を年で比較すると，150°E以西ではA群は′51～′53年に多く，

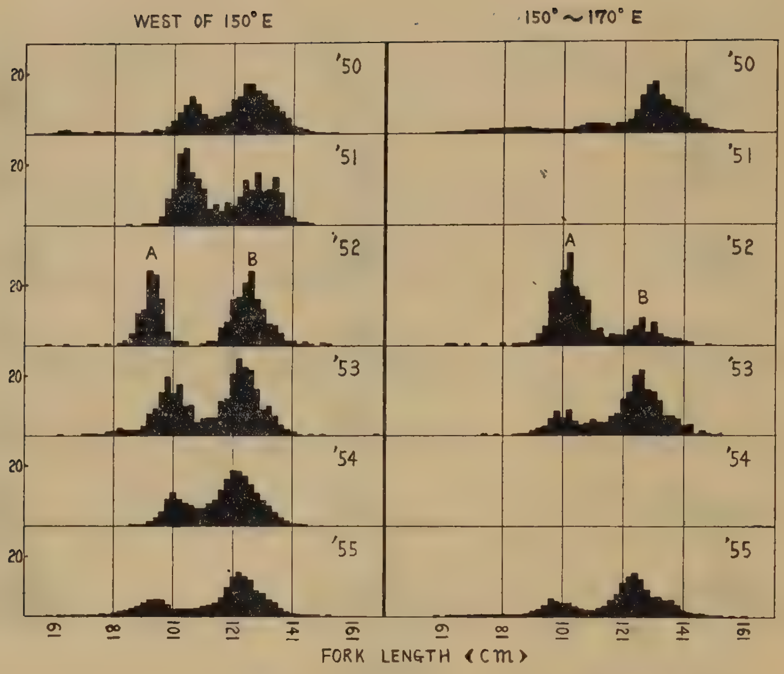


Fig. 7. Length frequency distributions of yellowfin tuna by year (2°～8°N, May～Aug.).

B群は'50，'52～'54年に多い。150°～170°EではA群は'52年に多く，B群は'50，'53年に多い。又A群は翌年のB群に続くものと考えられる事及びA群の多い年の翌年にはB群が多い傾向があるという事実は，添加されたAの魚群量そのものが他の年に比較して多いことを示しているものであろう。

Ⅳ．釣獲率と体長組成の関係

これにふれる前に前項までに得られた結果を整理すると，

1）釣獲率は'52年，'56年に高い傾向があるが，略横這いの状態にあるものと考えられる。

2）体長組成は'50年から'52年にかけて小型化し，その後再び大型化して'54年には'50年と同様な組成を示すが，同年から'56年にかけて又小型化している。

3）魚群の絶対量としてみると，A群は'51～'53年，'56年に多く，B群は'50年，'52～'54年に多いことが考えられる。

この結果，第1に考えられることは魚体が大きいときは釣獲率が低く（'50年，'54年），魚体が小さいとき（'52年，'56年）には釣獲率が高くなる傾向があるらしいと云うことである。換言すると，南東風季にあらわれるA群の量が多い年には釣獲率が高くなる傾向があると云えそうである。従ってA群の多い年の10月～3月にはA'群の釣獲率が高く，翌年にも高いことはA→A'→Bと連る年令群の割合が他の年令群に比較して量的に多いことによるものと考えられる。このように極く大まかに釣獲率と体長組成にみられる経年変化を比較すると，各海域共同じ傾向を示すことからも既に指摘したように赤道海域におけるキハダは同一の stock に属するものと思われる。

今後に残された問題としては，各体長群の量を見積る方法を検討することであり，更に一歩進めて添加群の年毎の増減について解析を加えてゆきたいと考える。

要　　約

1）平均釣獲率（第1表）と体長組成にみられる経年変化（第5～7図）について考察した。

2）平均釣獲率は′50年から′56年迄，略横這いの状態にあるが，′52年，′56年に稍々高い傾向が窺える。

3）体長組成は′50年，′54年に大きく，′52年，′56年に小さい傾向が認められる。

4）A．B両群の絶対量の比較は正確には出来ないが，釣獲率の高い年にはA群の population は他の年より多い事が推定される。

5）3），4）の現象から魚群量の多少と成長度との間には密接な関係があり，年によって成長度は異るものと思われる。

6）全海域における釣獲率と体長組成にみられる経年変化の類似性から考え，太平洋赤道海域（2°S～12°N，150°W以西）におけるキハダは1つの stock に属すると考えられる。

7）今後の問題として，魚群量の絶対量の比較を行う事が要望される。

引　用　文　献

1．中村広司：南海区水研報告 第1号

2．藪田洋一，行縄茂理：南海区水研報告 第5号（80）1957

3．上村忠夫：南海区水研報告 第5号（69）1957

4．藪田洋一，行縄茂理：南海区水研報告 第5号（75）1957

5．E. S. IVERSEN：Spec. Sci. Rept：Fisheries No. 174，1956

Appendix table A. The fishing conditions in the equatorial Pacific (2°S～5°N).

Y. / M.	125°～140°E 前	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	140°～150°E 前	47	48
1	3.70 (14)		0.66 (10)	3.75 (1)		4.14 (21)	3.26 (215)	1.74 (21)	3.62 (55)	1.53 (54)	3.05 (163)	2.99 (8)		0.55 (7)
2	4.28 (18)			3.26 (2)		2.08 (7)	2.21 (74)	2.41 (12)	4.80 (43)	3.66 (73)	2.12 (38)	6.41 (35)		
3	5.38 (14)					5.17 (24)	2.32 (17)	3.04 (23)	2.43 (157)	3.58 (54)	2.50 (82)	2.34 (37)		
4	4.49 (13)					2.80 (12)	1.91 (12)	2.99 (30)	4.45 (89)	2.85 (34)				
5	4.08 (2)			2.04 (5)	2.98 (4)	3.76 (1)	2.00 (13)	3.83 (2)	4.65 (80)	4.14 (34)				
6					4.26 (3)		4.50 (4)	4.00 (3)	5.07 (9)	1.76 (8)				
7	3.66 (4)						3.16 (1)		2.72 (9)	1.33 (15)		1.18 (2)		2.44 (9)
8	4.55 (22)						1.97 (38)	2.33 (6)	1.82 (19)	0.75 (7)				
9	11.86 (6)						3.66 (4)	1.30 (9)	0.88 (10)	1.38 (9)		1.34 (2)		
10						0.30 (1)	3.31 (31)	3.83 (71)	2.16 (45)	2.15 (23)		5.72 (6)	2.22 (4)	
11	0.96 (5)	2.70 (7)			2.47 (14)	5.60 (32)	4.87 (46)	2.96 (69)	3.21 (28)	2.63 (39)		5.20 (7)	2.73 (18)	
12		2.95 (24)			4.16 (80)	4.35 (53)	2.50 (31)	4.06 (68)	3.10 (46)	3.78 (102)		3.08 (9)	2.31 (10)	

(注)　前—1927～'39　M. は Month., Y. は Year. の略　( ) 内は操業回数

Y. / M.	140°～150°E 49	50	51	52	53	54	55	56	150°～160°E 前	47	48	49	50	51
1			3.82 (34)	3.18 (134)	2.35 (38)	4.88 (41)	1.98 (28)	3.41 (139)	2.36 (19)					
2	1.41 (28)		4.31 (49)	3.03 (51)	4.32 (14)	3.46 (43)	2.79 (107)	2.09 (137)	1.05 (20)			2.19 (29)		2.80 (176)
3	0.67 (3)		2.15 (40)		3.77 (6)	2.59 (70)	2.86 (103)	3.02 (232)	4.88 (12)			2.01 (20)		2.49 (5)
4	3.29 (3)		1.84 (117)	2.94 (12)	3.95 (1)	3.06 (89)	2.72 (121)		2.49 (14)			1.21 (8)		2.56 (262)
5	2.09 (48)	2.67 (5)	1.40 (1)	2.10 (4)	4.96 (9)	3.82 (69)	2.92 (100)		5.07 (19)			1.19 (2)		2.07 (194)
6	2.28 (1)	2.47 (174)			5.33 (3)	3.34 (74)	2.94 (38)					1.65 (10)		2.69 (295)
7		1.84 (158)			2.99 (2)	1.77 (15)	2.19 (12)		5.33 (18)				2.16 (353)	1.94 (5)
8		1.43 (4)			2.02 (11)	3.23 (44)	1.11 (8)		4.32 (4)				2.40 (440)	2.41 (278)
9		3.82 (4)	7.49 (2)	3.35 (4)	3.46 (8)	2.23 (52)	1.14 (6)		3.26 (13)				3.21 (10)	2.34 (116)
10		2.37 (11)	3.75 (7)	2.53 (6)	2.69 (14)	2.66 (7)	1.08 (10)		3.88 (13)				2.83 (21)	1.54 (4)
11		3.68 (10)	6.79 (62)	4.71 (15)	3.32 (3)	5.02 (9)	2.98 (71)		5.18 (37)	0.93 (2)			2.35 (12)	2.49 (15)
12		4.64 (5)	1.83 (69)		3.21 (7)	4.76 (34)	3.87 (94)		4.03 (23)					2.14 (20)

Y. / M.	150°~160°E 52	53	54	55	56	160°~170°E 前	50	51	52	53	54	55	56	50
1	1.25 (15)	2.78 (9)	3.86 (40)	1.03 (13)	2.04 (24)						0.98 (2)	2.53 (3)	1.76 (1)	
2	1.94 (7)	5.60 (29)	2.03 (9)	3.39 (44)	2.81 (128)			3.01 (48)	1.58 (7)	0.60 (1)	1.13 (5)	2.52 (7)		
3		4.09 (24)	2.32 (83)	3.13 (144)	3.22 (191)					3.79 (7)	1.33 (11)	2.42 (36)	4.76 (52)	
4	2.59 (2)	4.98 (3)	1.76 (34)	2.69 (147)				3.22 (27)	2.38 (3)	3.65 (22)	1.00 (3)	2.54 (31)		
5	0.98 (3)	2.94 (1)		2.61 (110)			3.64 (12)	2.13 (226)	3.06 (10)	3.49 (35)		2.44 (79)		
6	3.72 (69)	2.72 (28)	5.55 (1)	2.04 (47)				2.72 (90)	2.89 (28)	3.88 (26)	1.73 (13)	2.02 (46)		
7	3.40 (1)	1.01 (1)	2.78 (11)	1.82 (28)		0 (1)	2.51 (44)	2.05 (335)	4.47 (25)			2.09 (25)		
8	6.41 (1)	2.54 (5)	3.77 (19)	1.72 (9)			2.38 (285)	1.97 (40)		1.75 (17)		1.40 (10)		
9		2.61 (12)	3.14 (21)	2.22 (30)			3.23 (228)	1.99 (339)		2.43 (8)		0.62 (3)		
10		2.70 (16)	0.52 (1)	1.62 (12)			1.56 (8)	1.84 (45)		1.60 (7)	0.82 (2)	4.39 (4)		1.94 (1)
11		4.31 (1)		3.06 (15)			2.38 (50)		3.87 (10)	1.00 (2)		4.32 (12)		2.74 (10)
12		4.53 (38)		2.48 (27)		6.14 (3)	0.95 (3)				2.47 (5)	3.14 (7)		3.60 (10)

Y. / M.	170°E~180° 51	52	53	54	55	56	170°W~180° 51	52	53	54	55	56	160°W~ 51	52
1	1.18 (2)				3.18 (5)	0.60 (1)						1.56 (7)		
2					3.70 (15)	2.62 (22)						0.97 (2)		
3				3.01 (2)	1.91 (10)	2.07 (4)				4.61 (16)		4.36 (34)		
4			2.39 (7)	1.26 (2)	2.59 (13)			2.26 (7)		4.09 (73)	2.60 (36)			
5		3.26 (28)		2.21 (8)	2.83 (68)				5.88 (1)	4.05 (36)	4.04 (185)			8.10 (22)
6		2.62 (4)		5.10 (8)	3.45 (102)			6.94 (8)	7.49 (65)	4.45 (20)	3.50 (164)			5.22 (7)
7		4.58 (3)	3.19 (68)		3.81 (71)				5.02 (38)	3.11 (62)	3.27 (117)			
8	1.35 (2)		2.69 (50)		3.37 (35)				2.57 (29)	3.90 (17)	3.23 (56)			
9	1.35 (2)		2.11 (31)		2.74 (36)		2.78 (13)	0.68 (3)	3.12 (9)	2.72 (13)	2.99 (13)			
10			1.16 (14)		2.20 (67)		2.35 (15)	4.60 (26)	3.15 (87)	0.58 (2)	2.57 (62)		2.00 (4)	2.83 (2)
11	1.70 (23)	4.09 (6)	0.82 (5)		2.82 (7)		2.26 (20)	2.40 (20)	1.28 (2)				1.86 (2)	4.26 (19)
12		3.83 (8)	1.24 (17)	2.02 (9)				1.17 (2)	2.77 (1)	1.08 (9)	2.37 (15)			2.84 (1)

M. \ Y.	~170°W 53	54	55	56	150°~160°W 52	53	54	55	56	140~150°W 54	55	56
1			0.74 (2)					0.38 (1)	1.11 (2)		2.57 (1)	
2												
3				4.05 (1)								
4	2.80 (4)	3.54 (5)	2.50 (1)				6.17 (29)					
5	4.46 (20)	3.71 (25)	3.95 (52)			0.63 (1)	4.50 (12)	2.83 (3)				
6			4.56 (65)				5.37 (6)	1.01 (1)				
7		3.52 (16)	3.13 (54)				4.21 (11)	7.20 (34)				
8		2.90 (3)					3.24 (5)	1.97 (9)				
9	3.04 (23)		1.77 (2)									
10	3.79 (33)		2.06 (17)				3.94 (1)					
11	2.14 (10)				6.77 (4)			4.24 (17)		1.57 (1)	0.97 (1)	
12								1.42 (3)				

Appendix table B. The fishing conditions in the equatorial Pacific (5°~12°N).

M. \ Y.	125°~140°E 前	47	51	52	53	54	55	56	140°~150°E 前	47	48	49	50	51
1	1.73 (14)		1.45 (16)	1.03 (66)	1.23 (2)	0.66 (34)	0.97 (65)	1.22 (21)	0.92 (23)					1.74 (25)
2	1.64 (33)		1.92 (19)	0.38 (9)		1.13 (11)	0.69 (69)	1.05 (14)	2.07 (43)			1.52 (9)		1.54 (4)
3	0.70 (16)		4.07 (4)	1.71 (15)	1.81 (12)	1.49 (92)	1.54 (72)	1.20 (12)	2.07 (23)			1.86 (8)	1.60 (1)	1.75 (13)
4	1.12 (5)		1.80 (58)	1.20 (29)	1.92 (18)	2.36 (60)	2.37 (51)		0.14 (12)			1.26 (1)		1.44 (38)
5	2.88 (14)		1.74 (22)	1.78 (52)	4.59 (11)	1.15 (11)	1.99 (21)					0.86 (1)		2.37 (32)
6	1.61 (15)		2.78 (3)	1.55 (3)	0.96 (1)	1.53 (32)	1.38 (11)		0.94 (8)		2.28 (5)	1.74 (13)	2.35 (23)	
7	3.97 (6)				1.66 (17)	1.11 (25)	0.90 (33)		0 (3)		1.31 (6)		2.09 (27)	
8	3.30 (21)				1.60 (11)	0.83 (92)	0.94 (16)							
9	2.91 (21)		2.21 (26)	2.29 (9)	1.45 (61)	0.53 (80)	0.69 (56)							5.04 (2)
10	2.44 (11)		1.23 (48)	1.19 (42)	2.22 (70)	1.75 (71)	0.83 (54)			0.67 (1)				12.80 (5)
11	2.84 (31)		1.17 (74)	2.57 (42)	2.16 (168)	1.36 (72)	1.10 (69)		1.65 (2)	1.24 (3)			1.99 (11)	3.33 (6)
12	2.11 (10)	0.57 (2)	1.37 (47)	0.78 (68)	1.90 (98)	1.65 (101)	1.60 (80)		2.63 (1)				2.90 (10)	1.09 (74)

Y. M.	140°〜150°E					150°〜160°E								
	52	53	54	55	56	前	49	50	51	52	53	54	55	56
1	0.55 (39)	0.35 (12)	1.11 (12)	0.89 (25)	1.95 (12)	1.55 (22)				1.13 (3)	1.48 (28)	1.40 (60)	1.09 (32)	0.86 (72)
2	0.89 (4)	2.07 (1)	0.81 (5)	1.30 (34)	0.83 (42)	0.54 (5)	1.49 (11)		1.26 (16)	0.45 (1)	1.59 (25)	0.83 (21)	0.95 (100)	1.17 (57)
3		3.90 (3)	1.54 (12)	1.74 (57)	1.58 (15)		1.46 (8)		2.58 (8)		1.90 (41)	1.72 (62)	1.19 (143)	1.53 (131)
4	1.52 (9)	4.11 (13)	2.39 (22)	2.12 (126)			1.07 (7)		1.43 (11)		3.16 (3)	1.53 (56)	1.58 (112)	
5	2.17 (37)	3.03 (9)	3.04 (36)	2.59 (60)			0.93 (18)		2.17 (62)	1.75 (19)	2.62 (53)	2.63 (31)	1.74 (32)	
6		3.21 (7)	2.73 (16)	2.07 (13)			1.22 (10)		2.17 (60)	2.44 (16)	1.65 (6)		1.31 (16)	
7		4.05 (6)	2.97 (22)	1.71 (4)		1.40 (1)		1.81 (71)	0.93 (1)		1.99 (5)	1.53 (3)	2.41 (12)	
8		1.98 (13)	1.04 (32)	0.57 (2)				1.84 (40)	1.90 (16)		1.89 (38)	0.64 (13)	1.63 (7)	
9		0.92 (24)	0.79 (49)	0.56 (9)					1.87 (10)	2.11 (1)	1.85 (39)	1.37 (35)	0.78 (11)	
10	0.69 (2)	2.06 (15)	1.36 (20)	0.48 (6)		4.13 (16)		0.54 (15)		0.33 (9)	2.21 (21)	1.07 (4)	0.62 (42)	
11	1.80 (2)	1.84 (11)		1.61 (3)		1.90 (14)			2.34 (4)	2.05 (9)	2.92 (34)		0.26 (3)	
12	0.94 (12)	3.09 (10)	1.40 (1)	2.15 (13)		2.98 (24)			2.22 (7)		2.35 (42)	1.15 (2)	1.15 (6)	

Y. M.	160°〜170°E									170°E〜180°				
	前	49	50	51	52	53	54	55	56	50	51	52	53	54
1						1.12 (36)	1.03 (17)		0.42 (23)		0.29 (45)	1.25 (9)	1.11 (40)	1.96 (11)
2					0.80 (5)	0.11 (3)	0.61 (21)	1.04 (43)	0.48 (47)			0.38 (4)	0.56 (50)	0.63 (38)
3					0.70 (1)	0.81 (20)	0.87 (38)	1.17 (129)	1.29 (27)				0.73 (36)	0.30 (94)
4				0.93 (13)		0.71 (8)	0.11 (1)	0.77 (120)			0.18 (10)	0.05 (13)	0.57 (46)	0.16 (62)
5			1.17 (12)	1.28 (27)	0.79 (12)	2.27 (10)	3.16 (8)	0.70 (79)			0.79 (2)	0.05 (1)	0.47 (7)	3.35 (9)
6		0.38 (28)	0.43 (14)	2.10 (7)		3.26 (25)	2.96 (8)	0.73 (24)			0.68 (29)		1.19 (6)	
7	0.67 (2)		2.66 (14)	1.82 (111)				1.09 (9)			2.30 (84)	0.28 (14)	2.17 (4)	1.25 (3)
8			1.82 (36)	1.36 (86)		0.71 (8)	0.78 (5)	0.15 (4)			0.89 (311)		1.91 (25)	0.67 (20)
9			1.43 (18)	0.92 (60)		1.33 (24)	0.80 (5)	0.38 (4)		0.12 (4)	0.73 (82)	0.72 (8)	0.50 (47)	0.27 (19)
10			0.17 (2)	0.84 (2)	0.78 (2)	0.88 (34)		0.54 (5)		0.33 (28)	0.49 (423)	1.19 (47)	0.94 (67)	0 (1)
11			0.52 (12)		0.14 (2)	0.95 (115)		0.51 (41)		0.46 (13)	1.17 (22)	0.31 (27)	0.74 (6)	
12	0.83 (2)		0.50 (1)		0.82 (12)	1.22 (33)		0.61 (33)		0.46 (17)	0.30 (1)	1.00 (33)	0.49 (13)	0.97 (6)

Y. / M.	55	56	170°W~180° 51	52	53	54	55	56	160°~170°W 51	52	53	54	55	56
1	0.44 (36)	0.22 (57)	0.58 (25)	0.39 (67)	0.26 (77)	0.46 (9)	0.10 (55)	0.11 (78)			0.95 (3)		4.97 (9)	0.15 (276)
2	0.61 (95)	0.36 (162)		0.35 (23)	0.62 (86)	0.77 (23)	0.16 (196)	0.10 (91)				0.51 (2)	0.04 (7)	0.31 (213)
3	0.36 (138)	0.56 (78)	0.37 (12)	0.06 (2)	0.62 (131)	0.27 (42)	0.13 (215)	0.29 (66)	0.02 (12)			0.06 (20)	0.07 (104)	0.06 (27)
4	0.61 (127)		0.10 (13)	0.12 (79)	0.25 (67)	0.08 (80)	0.19 (120)			0.03 (61)	0.23 (35)	0.12 (55)	0.03 (57)	
5	0.40 (122)		0.12 (25)	0.05 (37)	0.31 (6)	0.08 (45)	0.29 (38)			0.10 (29)	0.25 (2)	0.44 (14)	0.03 (14)	
6	0.60 (43)			0.09 (11)	0.75 (14)	0.14 (68)	0.09 (182)			0.15 (61)		0.08 (16)	0.06 (14)	
7	0.77 (76)			0.05 (21)	4.06 (1)	0.29 (20)	0.18 (59)			0.36 (3)		0.21 (24)	0.06 (9)	
8	0.81 (72)		1.05 (15)	0.32 (22)	2.14 (16)	0.81 (51)	1.37 (109)		0.45 (10)	0.10 (39)		0.08 (6)	0.40 (22)	
9	0.70 (59)		1.13 (51)	0.90 (15)	0.45 (46)	0.38 (60)	0.58 (74)		0.56 (6)	2.20 (12)	1.17 (36)	0.57 (2)	0.71 (73)	
10	0.15 (80)		0.58 (57)	0.45 (65)	0.60 (29)	0.08 (41)	0.28 (43)		0.60 (18)	0.77 (26)	0.52 (13)	0.42 (8)	0.36 (74)	
11	0.20 (35)			0.48 (80)	0.49 (42)		0.16 (77)		0.26 (6)	0.84 (13)	0.06 (9)		0.87 (31)	
12	0.14 (17)		0.37 (15)	0.43 (167)	0.52 (18)	0.03 (20)	0.64 (52)		0.14 (39)	0.09 (4)		0.07 (11)	0.26 (33)	

Y. / M.	150°~160°W 51	52	53	54	55	56	140°~150°W 54	55	56	130°~140°W 54	55	56	120°~130°W 54	55	56
1						0.07 (14)		2.19 (1)			4.09 (2)			1.32 (20)	
2						0.17 (22)								0.88 (1)	
3															
4															
5		0 (3)		0.06 (1)											
6															
7					4.32 (1)										
8				2.44 (9)				1.72 (7)							
9				0.47 (11)				3.55 (9)			1.30 (12)				
10				1.34 (2)	1.49 (65)		0.35 (4)	0.96 (94)		0.71 (5)	0.97 (4)				
11	1.35 (25)	0.69 (1)			0.63 (74)		0.16 (21)	0.59 (60)		0.55 (117)	0.56 (46)			0.99 (3)	
12	0.10 (11)			0 (1)	0.05 (15)		0.31 (37)	0.70 (41)		0.76 (62)	0.50 (81)		3.05 (9)	1.32 (3)	

マグロ延縄操業の資料から魚群量を推定するこゝろみ Ｉ *

鈎1000本当り漁獲量の分布と，その変動に関する2，3の考察

須 田 明

TRANSLATION IN REPRINT FILE
Suda, Akira.

Attempts at Estimating the Abundance of Fish Population from the Data of Tuna Long Line Fishery…… I

~~A few considerations on the size of stratum.~~

Synopsis

In regard to tuna long line fishery, one may have a premise that the number of catch per 1000 hooks in an area is proportional to the abundance of the fish population in the area. The present series of works aim at fidical statement about the abundance of a fish population by use of that ratio as an index. The abundance may be represented by

$$S = \sum_{i=1}^{1} a_i \bar{x}_i \qquad V(S) = \sum_{i=1}^{1} V(a_i \bar{x}_i) \qquad [1]$$

where S : the index for the abundance of the population,

a_i : the scale of i—stratum,

$\bar{x}_i$: the average catch per unit effort in i—stratum.

In order to estimate the abundance by means of the above equation, one has to obtain the scale of the stratum and the extent of variance of catch in the stratum. For this purpose, the analysis of variance seems to be most efficient. In the first report presented here, the author deals with preliminary check of the data necessary for the analysis as well as the way haw to select the factors, setting up six model strata which are 2° square of the sea and one month for albacore catch in the North Pacific as an sample.

(I)

It is accepted that the analysis of variance is feasible for data showing more or less normal distribution. However, frequency of catch per 1000 hooks under study has been found to form hypernormal dispersion that follows negative binominal distribution. Therefore, in applying the analysis of variance, the variable has to be transformed by

$$x = \log\left(y + \frac{\lambda}{2}\right) \qquad \lambda = 2 \sim 5 \qquad \bar{y} > 15 \qquad [3]$$

Here the observed value of λ in the six model strata are 2 to 4.5.

(II)

Although one may propose a number of factors likely responsible for the variance in catch, the way selecting some out of them would result considerable differences in stratification and estimation of the confidence. For the present study, however, it is not practical to propound many factors that would complicate calculation more than needed. Moreover the data had become available from no systematic experiments, so they are not satisfactory for detailed analysis beyond a certain extent. With this view in mind, and actual fishing conditions being taken into

* 南海区水産研究所業績 第95号

account, the factors of variance have been classified into two groups; the one represented by σ_w^2 includes those factors to work within a fishing trip the other, σ_b^2, comprises those to work during interval between trips. The results may be summarized as below.

1) The test of homogeneity of σ_w^2 : Since the analysis of variance requires, as a premise, homogeneity of variance within each subsample, a test has been made to see if the variance within a trip, a subsample in this study, satisfies the premise. As a result, a few trips have been found with the variance remarkably different from the majority. Possible causes of the differences are attributed to catches by pole and line mixed with long line ones, predatory damages on the hooked fish by sharks or dolphin, and the change in fishing efficency when a special long line was used. Thus, the test has warranted necessity of checking the data before analyzing the variance.

2) Comparison between σ_b^2 and σ_w^2 ; The variance within a trip, σ_w^2, tends to present homogeneity even when the time and area are different between fishings. While the variance between trips, σ_b^2, markedly varied in the extent from one stratum to another. In other words, it seems that the former variance reflects the factors common in character, whereas, the latter reveals characteristics of each stratum. Therefore, effectiveness of stratification can be seen by examining the degree of the factors belonging to σ_b^2 to cause the variance.

3) Extent of variance between localities, σ_l^2, and between seasons, σ_s^2, included in σ_b^2 : The fact that effect of σ_s^2 is significant much oftener than σ_l^2 is suggestive of a larger influence that the length of fishing period has on the variance in catch. Even though effect of σ_s^2 may be made smaller by subdividing the length of period … say a month, the number of samples in the subdivisions of the period will be reduced accordingly. Consequently, the value of σ_s^2/n does not always become small. For this reason, it is not commendable to subdivide the stratum representing an area or a period into smaller one than 2° square or one month.

4) On the basis of above findings, standard error $\sigma_{\bar{x}}$ may be expressed by

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_w^2}{k_1 m} + \frac{\sigma_b^2}{m} \qquad [5]$$

where k_1 : the average number of operation per trip,

m : the number of trip.

The 95 % fidical interval is approximately $2\sigma_{\bar{x}}$. The upper limit of this interval can be converted into the original unit by

mean value $\times$ antilog $2\sigma_{\bar{x}}$

and the lower limit by mean value $\div$ antilog $2\sigma_{\bar{x}}$ 〔6〕

(Ⅱ)

Further questions that have arisen from above results are :

1) Whether or not the parameter λ used in equation 〔3〕 can be regarded constant independantly of the age of fish or fishing localities.

2) What scale is most suitable for a stratum when it should not be smaller than 2° square or one month.

単位漁獲努力当りの漁獲量が魚群量に比例するという前提を設けるならば，この値は魚群量をあらわす指数として用いることが出来る。この指数を用いて，或る範囲に分布する魚群量の信頼推定をこころみるのがこの研究の目的である。

一般にかなりのひろがりをもった範囲内の魚群の分布は均一であるとは考えられない。そのひろがりに応

じて，魚群の分布もそれだけ不均一の度合を増すであろう。全体の魚群量は海域や漁期等をいくつかに階層分けし，次式のような形の指数で推定するのが適当と考えられる。

$$S=\sum_{i=1}^{l}a_i\bar{x}_i \qquad V(S)=\sum_{i=1}^{l}V(a_i\bar{x}_i) \qquad [1]$$

Sは魚群の総量をあらわす指数，a_i は i 番階層のひろさ，$\bar{x}_i$ は i 番階層の単位漁獲努力当り平均漁獲量

このためには階層の大きさを決定し，個々の階層内における漁獲分散の大きさを推定しておくことが必要になる。したがって個々の変動要因の検出と，その大きさの推定を行わねばならないが，これには分散分析がもっとも有効と思われる。

本稿はこのような考え方にしたがって，魚群量の推定をこころみる一連の研究の第1報であって，ここでは分散分析に先立って予備的な検討と，分析における要因のとりあげ方についての吟味がとりあつかわれている。ここでとり上げたのは，冬期北部太平洋漁場で延縄により漁獲されるビンナガの漁獲変動で，北部太平洋漁場の漁船の操業が特に多い部分から，2°平方のひろがりをもった海域をとり出し，漁期を1カ月として6個のモデル階層をつくった。階層の大きさを2°平方，1カ月としたのは，この漁場の内部構造が複雑であり，個々の階層を比較的小さくとらなければ内部の均一性は維持出来ないのではないかと考えたからである。用いた資料は第1表に示す。これは東京，焼津及び勝浦に入港したマグロ延縄漁船の操業記録にも

Table 1. Column (a) shows the number of fishing efforts in each model stratum and column (b), statistical values as to number of Albacore catch per 1000 hooks (=y), which are computed from the results of long-line operations mentioned in column (a).

(a)

stratum No.	locality		season	number of long-line operation	number of fishing trip	number of hooks used per one long-line operation and it's standard deviation
	lat.	longi.				
1	28°N～30°N	137°E～139°E	Jan. －1954	386	50	1367±417
2	〃	〃	Jan. －1955	190	27	1366±420
3	〃	〃	Feb. －1955	325	38	1422±322
4	31°N～33°N	140°E～142°E	Feb. －1954	234	31	1236±295
5	〃	〃	Mar. －1954	292	30	1300±355
6	〃	〃	Feb. －1955	243	27	1130±385

(b)

stratum No.	mean number of catch per 1000 hooks ($=\bar{y}$)	variance of catch per 1000 hooks ($=V(y)$)	$\frac{V(y)}{\bar{y}}$	$\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$	$p=\frac{V(y)-\bar{y}}{\bar{y}}$	$\lambda=\frac{(\bar{y})^2}{V(y)-\bar{y}}$
1	19.5000	128.6770	6.5988	0.5817	5.5988	3.4829
2	16.3526	146.8493	8.9802	0.7411	7.9802	2.0492
3	19.0185	100.7350	5.2967	0.5277	4.2967	4.4263
4	69.5855	1267.9777	18.2219	0.5118	17.2219	4.0405
5	42.1986	533.4058	12.6404	0.5473	11.6404	3.6252
6	45.0206	655.3288	14.5562	0.5686	14.5562	3.3210

とづいたもので，これにはメカヂキを主対象として夜間操業する漁船の資料は含まない*。

結局ここで用いた資料は，比較的範囲の小さい内部的に一様性の高いモデル階層から得たものということが出来る。なおこの資料には1航海当り操業回数が5回以下のものは含んでいない。又モデル階層のうち，1

* メカ縄船と称し，一般のマグロ延縄船が早朝投縄するのに反し夕刻投縄する。メカヂキの漁獲が多いのに反し，ビンナガは一船の場合の½～⅓しか漁獲されない。使用漁具の構造も異り，鈎の到達深度はいちじるしく浅い。餌料にはイカを用いるのが普通である。

〜3は所謂土佐沖の中型ビンナガ漁場，4〜6は野島沖の小型ビンナガ漁場からとったもので，後者はビンナガ漁場の中でも特に魚群密度の高い例である。使用鈎数は操業毎にかなり異っているが，漁獲尾数はいづれも鈎1000本当りのそれに換算してある，換算の際に小数以下の端数が生じた時は，四捨五入してそれにもっとも近い整数とした。表に示されているように，一回操業当りの使用鈎数は大体1000〜1500本で，この程度の資料の操作では，実用上大した差支えはないと思われる。

（I）単位漁獲努力当り漁獲尾数の分布型

実験やこれにみたてられる種々の資料を分散分析にかけるときには，変量の分布が正規分布か，或いはこれに近い分布をすることが前提とされている。しかし実際の漁獲量の分布をみると，著しく正規分布からはなれている場合が多い。[(3)(4)(5)(6)(7)] いちじるしく正規分布からはなれたものに，分散分析を適用するには何らかの方法で変数の変換を行い，分布を正規型に近づけておく必要があるし，このような転換をこころみた例もかなりあげることが出来る。[(5)(6)(7)] おそらく北部太平洋漁場のビンナガの場合も Murphy & Elliott[(5)] や上村[(6)] がキハダで報じているように，正規分布からはなれた変動の大きい分布を示すと思われる。ここでは最初から負の二項型を想定し，その手がかりとして平均に対する分散の大きさ* をチェックしてみた。結果は第1表に示すように極端な過分散であった。そこで観測値の負の二項分布に対する適合度をテストしてみた。この分布の理論値は先ず標本平均と，標本分散を用いてPとλを推定し，次にこれを次式〔2〕にあてはめて逐次計算することが出来る[(2)]。

$$\phi_{(0)}=q^{-\lambda}$$

$$\phi_{(r)}=\frac{\lambda+r-1}{r}\;\frac{P}{q}\;\phi(r-1)$$

$$q=1+P \qquad 〔2〕$$

計算結果と実際の度数との比較は，第2表に示す。どの階層においても，観測度数と理論度数の間に，有

Table 2. Frequency distribution of the number of catch per 1000 hooks compared with negative binominal distribution.

number of catch per 1000 hooks (y)	stratum 1			stratum 2			stratum 3		
	f_1	f_2	$\chi_0{}^2$	f_1	f_2	$\chi_0{}^2$	f_1	f_2	$\chi_0{}^2$
0−4	21	16.35	1.32	20	24.47	0.82	14	9.50	2.13
5−9	55	55.65	0.01	39	39.61	0.01	31	43.56	3.62
10−14	79	75.94	0.12	33	37.07	0.45	74	68.11	0.51
15−19	55	72.76	4.34	30	29.31	0.02	63	67.95	0.36
20−24	65	57.90	0.87	27	21.06	1.68	66	53.18	3.09
25−29	44	41.09	0.21	13	14.38	0.13	37	35.77	0.04
30−34	23	27.01	0.60	12	9.47	0.68	16	21.70	1.50
35−39	22	16.78	1.62	8	6.09	0.60	11	12.20	0.12
40−44	10	10.00	0.00	3 }	3.84	}	7	6.50	0.04
45−49	7	5.76	0.27	2 }	2.38	} 0.03	2	3.29	
50−54	3 }	⋮	}	2 }	⋮	}	2 }	⋮	}
55−59	}	6.76	} 0.46	1 }	2.32	}	1 }	3.24	} 0.04
60−64	2 }	⋮			⋮		}	⋮	}
65−69		⋮			⋮		1 }	⋮	}
70−74		⋮			⋮			⋮	
75−79		↓			↓			↓	
80−84									
85−89									
90−94									
95−99									

* 鳥居[(8)] は poisson 分布からの標本では，標本平均値と標本分散の比は1を平均とし，$N_1=n-1$, $N_2=\infty$（n は標本の大きさ）の F分布をなすことを示し，F-test して poisson 分布からのへだたりを判定することが出来ると述べている。第1表の V（y）/$\bar{y}$ の値からF表によって判定すると，poisson 分布にしたがう可能性は先づないと考えられる。

number of catch per 1000 hooks (y)	stratum 1			stratum 2			stratum 3		
	f_1	f_2	χ_0^2	f_1	f_2	χ_0^2	f_1	f_2	χ_0^2
100−104									
105−109									
110−114									
115−119									
120−124									
125−129									
130−134									
135−139									
140−144									
more than 145									
total	386	386	9.82	190	190	4.42	325	325	11.45
degree of freedom	8			6			7		

number of catch per 1000 hooks. (y)	stratum 4			stratum 5			stratum 6		
	f_1	f_2	χ_0^2	f_1	f_2	χ_0^2	f_1	f_2	χ_0^2
0−4		0.11		1	1.25	2.18	1	1.19	0.73
5−9	1	0.83	0.92	11	6.61		8	5.58	
10−14	4	2.33		20	14.11	2.46	10	11.18	0.12
15−19	3	4.45	0.01	19	21.00	0.19	15	16.18	0.09
20−24	8	6.82		21	25.84	0.91	14	19.67	1.63
25−29	5	9.12	1.86	24	28.25	0.64	28	21.53	1.94
30−34	18	11.14	4.22	33	28.52	0.70	19	21.92	0.39
35−39	8	12.77	1.78	15	27.15	5.44	22	21.19	0.03
40−44	13	13.87	0.05	28	24.73	0.43	26	19.69	2.02
45−49	10	14.52	1.41	21	21.77	0.03	14	17.76	0.80
50−54	16	14.73	0.11	20	18.64	0.10	13	15.62	0.44
55−59	14	14.53	0.02	14	15.60	0.16	18	13.46	1.53
60−64	18	14.04	1.12	14	12.75	0.12	10	11.40	0.17
65−69	10	13.31	0.82	8	10.31	0.52	7	9.51	0.66
70−74	21	12.42	5.93	11	8.21	0.95	4	7.86	0.75
75−79	13	11.43	0.22	12	6.46	4.75	7	6.41	
80−84	10	10.38	0.01	6	5.02	0.19	4	5.18	0.05
85−89	7	9.34	0.59	7	3.86		6	4.16	
90−94	6	8.30	0.64	1	2.96	0.12	3	3.30	0.74
95−99	3	7.34	0.23		2.20		5	2.61	
100−104	9	6.44		2	⋮		4	⋮	
105−109	11	5.60	5.21	2	⋮		1	⋮	
110−114	3	4.85	1.78	1	6.76	0.09	1	7.60	
115−119	2	4.16			⋮			⋮	
120−124	5	3.56	0.05	1	⋮			⋮	0.26
125−129	1	3.01			⋮			⋮	
130−134	2	⋮			↓		2	↓	
135−139	2	⋮							
140−144	3	14.60	0.01				1		
145−149	1	⋮							
150−154		⋮							
more than 155	7	↓							
total	234	234	26.99	292	292	19.98	243	243	12.35
degree of freedom	18			15			14		

f_1 ; observed frequency.　f_2 ; theoretical frequency.

意差はみとめられない　いずれも単位漁獲努力当り漁獲量は，負の二項分布か或いはそれに近似の分布にしたがっているとみなしてよいであろう。第1表に示すように，$\lambda = \frac{\bar{y}^2}{V(y)-\bar{y}}$ で推定した λ^* の値は2〜

* Anscombe[9] によれば，λ は intrinsic power of the species to reproduce itself によってきまるという。

4.5である。負の二項分布にしたがう昆虫集団では，λ は平均（したがって分布平均）が変っても種によって一定であるといわれている[2][9]。魚類でもこのような例が示されている[7]。第1表でも6箇のλの間に傾向的な差はみられない。したがってビンナガにも一応λの一定の値を想定することが出来る。しかし小型ビンナガの成群性が大型のそれに比べて著しいことは，一般に漁業者の間でみとめられていることである筆者も又，小型ビンナガの多く漁獲される水域では，単位努力当り漁獲の変異係数が大きくなる傾向があることをみとめている[1]。このような点を考慮すれば，漁獲物の年令が異ればλの値も異るということがあり得ることのように思われる。この場合λが一定に維持されるのは，同令のものだけで構成された集団のみを対象とするか，或いは異った令期（或いは年令）のものが完全に混合しあって個々の令期（或いは年令）に個有なλがうち消されてしまうようなときであると考えられる。

ビンナガは分布水域によってかなり顕著に年令組成が異る[1]ものであって，今後漁場全般にわたってλが一定に維持されているか否か検討することは，重要な課題であろう。モデル階層1～3では中型ビンナガ4～6では小型ビンナガが夫々主漁獲物となっているにもかかわらず，これら2組の階層群のλの間に差がはっきりあらわれなかった理由として，λ が年令とは無関係に一定であるということの他に階層の数が少ないことや，これらが互に近接した海域からとられていることも考えておかねばならないであろう。

度数 x（ここでは単位漁獲努力当り漁獲尾数）が，負の二項分布にしたがう時の数値変換については，Anscombe[9]，Beall[7][10] 等によって色々の方法が示されている。* 又これとは別に変異係数が一定である（第一表）ことに着目して，Snedecor[11] が述べているような方法によっても，同じような転換式が得られる。ここでは Anscombe の示した式の一つ，

$$x=\log(y+\lambda/2) \quad \lambda=2\sim5 \quad \bar{y}>15$$

ただしλは最尤解 ……………… 〔3〕

を用いて数値変換を行う。最尤解λは〔4〕式の右辺に逐次近似値を代入し，右辺が0になるようにして決定する[2]。

$$\sum\frac{A_n}{\lambda+n}-N\log\left(1+\frac{\bar{y}}{\lambda}\right)=0$$

$$A_n=f_{n+1}+f_{n+2}+f_{n+3}+\cdots\cdots$$

f_n は鈎1000本当り漁獲が n 尾であった操業の回数

N は総操業回数 ……………… 〔4〕

λ の値については今後更に吟味することとして，ここでは計算を簡単にするため最尤解は用いず，一応第1表に示した値の平均値にもっとも近い偶数である4を用いる。したがって〔3〕式は $\log(y+2)$ となる。このような変数変換はマグロ延縄による漁獲変動を取り扱った Murphy & Elliott[5] や上村[6] によっても用いられている。ただし Murphy & Elliott の式は $\log(y+1)$，上村の式は $\log(y+3)$ となっていて，補正項の値に1～3のひらきがある。魚種や漁場の特徴を考慮すればこのような差は当然生ずるであろう。

（Ⅱ） 変 動 成 分 の 分 析

〔1〕式にしたがって魚群量の推定をすすめるには，階層の大きさが決定され，その中での漁獲分散の大きさが判明していなければならない。そのためには緒文で述べたように個々の変動要因の検出とその大きさの推定を行う必要があるが，これには分散分析がもっとも有効である。分析に入るに先立って，次の点は考慮

---

* Anscombe[9] $x=\log(y+\lambda/2) \quad \lambda=2\sim5 \quad \bar{y}>15$

$x=\sinh^{-1}\sqrt{\dfrac{y+c}{\lambda-2c}}$ 　λ が大なら $C=0.375$ 　λ ≒ 2なら $C=0.2$

ただしλは最尤解

Beall[10] $x=\lambda^{-1/2}\sinh^{-1}(\lambda y)^{1/2}$

Snedecor[11] $x=\log y$

しておかねばならないであろう。漁獲の変動にあづかる要因としては，非常に多くのものを考えることが出来る。この中には著しく影響の顕著なものもあれば，その効果が殆んど問題にならないものもあろう。又非常に普遍的にはたらくものもあれば，特殊な場合に限ってその効果があらわれるものも含まれていると考えられる。したがって要因のとりあげ方によっては，それを基準に行なわれる階層分けの効果や信頼推定の方法の間にかなりの差が生ずるはずである。

一方，とりあげる要因数が増せば，それにともなって計算の労力も急激に増加するから，同時に多くの要因をとりあげることはかえって実用的でなくなる。このような点を考慮して，分散分析における要因のとりあげ方を吟味するのがこの項の目的である。〔1〕式による計算では階層数が多くなることも予想されるので，とり上げ得る因子の数は多くとも2〜3箇におさえたい。又この資料が計画的な実験から得られたものでなく，実際操業の結果をそのようにみたてて分析するのであるから，或る程度以上は詳細な分析に耐えないであろう。この点からもあまり多くの要因をとり上げることは意味がないと思われる。このような制約があるから，変動要因の数をへらすために，これらを個々独立の形でなく，その集合体としてとり扱うことを考えてみた。

マグロ延縄操業の実情をみると，延縄の構造や投縄の時間，投縄点の選択，餌料というような漁撈技術には，個々の船の特徴があらわれるのが普通である。又仮に数隻の船が同じ海域の中で操業しても，操業点の分布は random でなく，船毎に特定の場所にあつまる傾向がつよい。これは操業の時期についても云えることである。このように個々の船（航海）には，操業上の色々な特徴がみられるから，航海は変動要因の集合体とみることが出来る。（漁獲行為を sampling とみたてて，航海は二段抽出における一次抽出単位にたとえることも出来る。航海に対して個々の操業は，二次抽出単位にたとえられる。）そこで漁獲変動にあづかる要因群を，航海内変動の成分として作用するものと，航海間変動のそれとして作用するものに分類し，前者を一括して σ_w^2 ，後者を一括して σ_b^2 として扱うこととし，夫々のもつ性格が本稿の目的にどの程度合致するものか検討してみた。前章において分布型を吟味した結果，マグロ延縄による操業結果を分散分析にかけるためには，変数変換しておく必要のあることがわかったので，ここで用いる数値はいづれも〔3〕式で変換されている。変数変換後の各デモル階層の統計量は第３表（文末）Aに示してある。

１．分散の均一性に関するテスト

分散分析には副次級内の分散が一様であるという前提があるので，航海内分散を計算し，モデル階層毎にその一様性をテストした。テストにはバートレットの方法を用いた。結果は第４表（文末）の(1)－Aに示す。モデル階層３とモデル階層５では一様でないことが示されている。これが階層の構造にもとづくものであれば，層化の方法を再吟味しなければならない。もとの階層を10日毎，或いは１°平方毎に再分割し*（第３表，Ｂ．Ｃ参照）テストし直してみると，第４表(Ｂ)－Ｂ．Ｃのような結果が得られた。

第４表(1)のＡとＢ．Ｃを比較してみると，以下のようなことが云える。

(1)　もとの階層で不均一であったものは再分割して，小さい階層にまとめ直してみても，そのうちのいづれかに同様な結果があらわれる傾向が強い。

(2)　小階層に分割した結果，かえって分散の不均一が明瞭になった例もある。

もとの資料を細分して，多くの小階層に分けてみても分散の不均一が指摘される例は減少しない。このように時期や海域の影響を考慮して，これを除くためにより小さい階層にまとめ直しても，分散が均一にならないのは，これが時期や海域とは無関係で，航海自身の中にある原因に起因しているためと考えられる。お

---

*　階層の再分割は次のように行った。先づ海域の場合について述べると，もとの階層を４等分して，１°平方，１カ月の４小階層に分割する。各船の操業位置をプロットし，１階層内の操業回数が４回以上の場合だけをとり出し，他の部分は切り捨てる。中には一つの航海で操業回数４回以上の階層が２箇以上あるものがあらわれるが，この場合はもっとも操業の多い階層だけをとりあげる。最後にこれ等の航海を夫々の操業回数がもっとも多い階層にしたがって４つに組合けする。漁期の場合も海域に準じて行った。この場合もとの階層は２°平方，10日の３小階層とした。このような方法で設定した各小階層の統計量は第３表，Ｂ．Ｃに示してある。

そらく比較的少数ではあるが，航海内分散の大きさが極端に他からかけはなれた航海があり，この影響がテストの結果にあらわれるのであろう。

この原因は色々と考えられる。資料の不備による竿釣漁獲物の混入や，小型漁獲物の無記載，シャチマワシ* による漁獲の突然の増加や減少等はもっともあり得る原因であろう。その他漁具の構造等も無関係とは思われない。モデル階層1，3，5に属する航海のうち，操業間分散が極端に他より大きいもの，或いは小さいものについて吟味したところ，分散の大きいもののうち，2例にシャチマワシがみとめられた。又小さいものからは記入漁獲尾数が概数のもの2例，使用漁具の構造が特殊なものが2例，夫々見出された。これ等の6例を除いてテストした結果を第4表−2に示す。ほぼ均一になったとみてよいであろう。このようなテストの結果は，資料の分析に先立って漁船の報告をチェックする必要があることを示している。以上の6例の他に分散の大きさが他からかけはなれてはいるが，その原因について手がかりが得られなかったものが数例あった。これらについては今後検討の必要があると考えられる。

2．航海間変動 σ_b^2 と航海内変動 σ_w^2

この項では（Ⅱ）のはじめに述べたような立場から，漁獲変動の航海内成分 σ_w^2 と航海間成分 σ_b^2 の比較を行なったものである。分析に用いた資料は前項でふれたような航海のチェックを行ってあり，第3表−Aに示してある。

分析の結果からσ_w^2 と σ_b^2 についてみると（第5表−A），

Table 5. Test of significance of factors causing variance between trips.

（The arrow shows the drection of test.）

A : where the factors between trips (σ_b^2) were evaluated as a whole.

stratum No.	sourse of variance	degree of freedom	sum. of square	mean square	F
1	fishing trips operations total	48 331 379	4.5304 18.8848 23.4152	0.0944 ↑ 0.0571	1.65**
2	fishing trips operations total	26 163 189	6.7511 9.8240 16.5751	0.2597 ↑ 0.0603	4.31**
3	fishing trips operations total	34 272 306	3.1336 12.5182 15.6518	0.0922 ↑ 0.0460	2.00**
4	fishing trips operations total	30 203 233	2.9766 9.5790 12.5556	0.0992 ↑ 0.0472	2.10**
5	fishing trips operations total	27 247 274	3.5598 15.1507 18.7105	0.1318 ↑ 0.0613	2.15**
6	fishing trips operations total	26 216 242	3.5223 11.8173 15.3396	0.1355 ↑ 0.0547	2.48**

* シャチ群の漁獲変動に及ぼす影響も無視出来ない。漁獲の殆んど全部が被害することも決して稀でないし，逆にシャチ群に追われた魚群に遭遇して極端な大漁をみることもある。

B : where one group of factors ($\sigma_{r_1}^2$) dependant, and another (σ_l^2) not dependant, on differences between fishing area were separately evaluated.

stratum No.	sourse of variance	degree of freedom	sum. of square	mean square	F
1	unit areas	3	0.0692	0.0231	0.20
	trips in the same unit area.	33	3.8668	0.1172	2.48**
	operations	185	8.7243	0.0472	
	total	221	12.6603		
2	unit areas	1	0.6458	0.6458	4.56
	trips in the same unit area.	12	1.6981	0.1415	3.31**
	operations	60	2.5692	0.0428	
	total	73	4.9131		
3	unit areas	2	0.1137	0.0569	0.71
	trips in the same unit area.	28	2.2531	0.0805	1.77**
	operations	158	7.2037	0.0456	
	total	188	9.5705		
4	unit areas	2	0.4846	0.2423	2.41
	trips in the same unit area.	16	1.6076	0.1005	2.33**
	operations	82	3.5378	0.0431	
	total	100	5.6300		
5	unit areas	3	0.9736	0.3245	2.57
	trips in the same unit area.	20	2.5302	0.1265	2.39**
	operations	131	6.9406	0.0530	
	total	154	10.4444		
6	unit areas	2	0.5473	0.2737	3.77*
	trips in the same unit area.	21	1.5238	0.0726	1.44
	operations	141	7.0856	0.0503	
	total	164	9.1567		

C : where one group of factors ($\sigma_{r_2}^2$) dependant and another (σ_s^2) not dependant, on differences between fishing period were separately evaluated.

stratum No.	sourse of variance	degree of freedom	sum. of square	mean square	F
1	periods	2	1.0031	0.4025	6.32**
	trips in the same periods	42	3.3351	0.0841	1.71**
	operations	230	11.3061	0.0492	
	total	274	15.6443		
2	periods	2	2.0933	1.0467	6.39**
	trips in the same periods	22	3.6067	0.1639	3.60**
	operations	125	5.6829	0.0455	
	total	149	11.3827		
3	periods	1	0.1692	0.1692	1.98
	trips in the same periods	31	2.6524	0.0856	2.20**
	operations	185	7.1952	0.0389	
	total	217	10.0168		
4	periods	1	1.2578	1.2578	18.36**
	trips in the same periods	24	1.6448	0.0685	1.54
	operations	123	5.4825	0.0446	
	total	148	8.3841		
5	periods	2	3.2090	1.6045	28.96**
	trips in the same periods	22	1.2196	0.0554	1.09
	operations	150	7.6188	0.0508	
	total	174	12.0474		

stratum No.	sourse of variance	degree of freedom	sum. of square	mean square	F
6	periods	2	0.6288	0.3144	2.89
	trips in the same periods	23	2.5058	0.1089	1.96**
	operations	132	7.3314	0.0555	
	total	157	10.4660		

Table 6. Estimated values of variance

stratum	No.	mean square					
		operations	fishing trips (1)	fishing trips (2)	fishing areas	fishing trips (3)	fishing periods
		σ_w^2	$\sigma_w^2+k_1\sigma_b^2$	$\sigma_w^2+k_1\sigma_{r_1}^2$	$\sigma_w^2+k_1\sigma_{r_1}^2+k_2\sigma_1^2$	$\sigma_w^2+k_1\sigma_{r_2}^2$	$\sigma_w^2+k_1\sigma_{r_2}^2+k_3\sigma_s^2$
A	1	0.0571	0.0944				
	2	0.0603	0.2597				
	3	0.0460	0.0922				
	4	0.0472	0.0992				
	5	0.0613	0.1318				
	6	0.0547	0.1355				
B	1	0.0472	(0.1093)	0.1172	0.0231		
	2	0.0428	(0.1803)	0.1415	0.6458		
	3	0.0456	(0.0789)	0.0805	0.0569		
	4	0.0431	(0.1162)	0.1005	0.2423		
	5	0.0530	(0.1523)	0.1265	0.3245		
	6	0.0503	(0.0900)	0.0726	0.2737		
C	1	0.0492	(0.0986)			0.0794	0.5016
	2	0.0455	(0.2375)			0.1639	1.0467
	3	0.0389	(0.0882)			0.0856	0.1692
	4	0.0446	(0.1161)			0.0685	1.2578
	5	0.0508	(0.1845)			0.0554	1.6045
	6	0.0555	(0.1254)			0.1089	0.3144

stratum	No.	size of sub-sample.			estimated value of variance.						remarks.
		fishing trip	fishing area	fishing period							
		k_1	k_2	k_3	σ_w^2	σ_b^2	$\sigma_{r_1}^2$	σ_1^2	$\sigma_{r_2}^2$	σ_s^2	
A	1	7.73			0.0571	0.0048					correspond to column A of table 5.
	2	7.02			0.0603	0.0269					
	3	8.74			0.0460	0.0053					
	4	7.52			0.0472	0.0069					
	5	9.75			0.0613	0.0072					
	6	8.96			0.0547	0.0090					
B	1	5.98	48.25		0.0472	(0.0104)	0.0117	−0.0020			correspond to column B of table 5.
	2	4.88	35.68		0.0428	(0.0282)	0.0202	0.0141			
	3	6.07	59.87		0.0456	(0.0055)	0.0057	−0.0004			
	4	5.30	27.65		0.0431	(0.0138)	0.0108	0.0051			
	5	6.43	38.32		0.0530	(0.0154)	0.0114	0.0052			
	6	6.84	52.58		0.0503	(0.0058)	0.0033	0.0038			
C	1	6.10		91.07	0.0492	(0.0081)			0.0050	0.0035	correspond to column C of table 5.
	2	5.98		28.16	0.0455	(0.0321)			0.0198	0.0313	
	3	6.59		86.06	0.0389	(0.0075)			0.0071	0.0010	
	4	5.71		58.52	0.0446	(0.0125)			0.0042	0.0203	
	5	6.99		54.16	0.0508	(0.0191)			0.0007	0.0222	
	6	6.06		39.48	0.0555	(0.0115)			0.0088	0.0052	

fishing trips (1) : where the factors between trips were evaluated as a whole.
fishing trips (2) : where the part of the factors causing variance between fishing areas

were excluded.

fishing trips (3): where the part of the factors causing variance between fishing periods were excluded.

The values wthin parentheses, which are not given in Column B and C of table 5, were computed by

$$\frac{\begin{pmatrix}\text{total of sum}\\ \text{of squares}\end{pmatrix} - \begin{pmatrix}\text{sum of square in}\\ \text{every operation}\end{pmatrix}}{\begin{pmatrix}\text{degree of freedom in}\\ \text{fishing area or period}\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\text{degree of freedom of the trips in}\\ \text{the same fishing area or period}\end{pmatrix}}$$

$$\frac{\left(\sum_i\sum_j\sum_k x^2_{ijk} - C_1\right) - \sum_i\sum_j\left(\sum_k x^2_{ijk} - C_j\right)}{(m-1)} \quad \sigma_w{}^2 + k_1\sigma_b{}^2$$

Table 7. Test of homogeneity between model strata $\sigma_w{}^2$ and $\sigma_b{}^2$ by Bartlet method. Degree of freedom is 5 for each case.

	mean value of variance		the value of χ^2	
	$\sigma_w{}^2$	$\sigma_b{}^2$	$\sigma_w{}^2$	$\sigma_b{}^2$
correspond to table 6−A	0.0543	0.0091	8.3665	36.4654**
〃 −B	0.0477	0.0115	2.5538	19.8360**
〃 −C	0.0472	0.0139	5.2902	23.1752**

$\sigma_b{}^2$；いづれの場合も著しく有意である。ただし第6表及び第7表に示したように，モデル階層によってその大きさにはかなりの差がある。これは個々の階層の個性を強く反映するためと考えられ，後述するふれにくらべて変動にとんだ要因と思われる。

$\sigma_w{}^2$；$\sigma_b{}^2$ にくらべると「ふれ」$\sigma_w{}^2$ の大きさはどの場合もよく近似していて，安定したものであると考えられる。これは第7表からも明らかにみとめることが出来る。第5表のAとB．Cを比べてわかるように，分析の様式によってみこまれる大きさがかわることは考慮しなければならないけれども，この値が夫々のモデル階層がもつ固有の条件によっては，左程影響されないらしいことは充分注目されてよい。このような傾向は上村(6)がキハダについて推定した場合にもあらわれている。

両者を比較してみると，$\sigma_w{}^2$ の値は非常に安定していて，漁獲変動は各階層に共通な成分と，各階層の個性をあらわす成分とに2分されたと考えられる。その結果第1に漁場の階層分けにあたっては，$\sigma_b{}^2$ だけを考慮すればよいから，層化すべき要因の追跡が能率的になる。この場合層化の効果判定は，$\sigma_b{}^2$ に関連する色々の成分の有意性をテストすることによって行うことになる。

第2に平均値の信頼推定を行なおうとする立場から云うと，$\sigma_w{}^2$ が一定であるために成分毎の分散の大きさの推定や，信頼区間の計算の労力が非常に節約される。このような理由から，航海を変動要因の集合体としてとりあげ，漁獲変動を航海内の変動と航海間の変動に分けることは，この研究の目的にかなった扱いと判定される。

3．航海間変動にあらわれる漁場，漁期の影響（$\sigma_1{}^2$，$\sigma_s{}^2$）

前項で述べたように，階層分けの効果は $\sigma_b{}^2$ に関連する成分の有意性を検討することによって行なうことが出来る。この場合も $\sigma_b{}^2$ の成分として種々のものをあげることが出来よう。しかし一般に漁場と漁期の効果は常に考えておく必要があると思われるので，ここではその有意性をテストすると共に，この2つの成分について多少考察を加えてみた。分析に用いた資料とその配置は第3表B．Cに示してある。第5表Bは $\sigma_b{}^2$ にふくまれる操業位置に関連した成分 $\sigma_1{}^2$ の有意性をテストした結果である。第5表Cは同じく操業時期に関連する成分 $\sigma_s{}^2$ の有意性をテストした結果を示す。

$\sigma_1{}^2$ で有意なものは少ないが，$\sigma_s{}^2$ はきわめて顕著な場合が多い。漁期を1カ月より小さく階層分けすることに効果のあることがわかる。$\sigma_b{}^2$ が常に有意となっているのに比べて，モデル階層3とモデル階

層6ではσ_1^2，σ_s^2 共に有意でない。σ_1^2 と σ_s^2 の効果は σ_b^2 のそれより更に変化にとんだものと考えられる。これは各モデル階層のもつ個性の他に以下に述べるようなみかけの上の効果が加わることによるのであろう。これは σ_1^2 の推定値に負の計算値があらわれていることによっても，うらがきされている。* たとえばσ_1^2 は純粋の位置成分だけではなく，見かけの上のものもふくめて，何らかの形で位置に関連するものをすべてひっくるめたものである。したがって σ_s^2 とも独立のものではなく，明らかにその一部分も含んでいる。逆に σ_s^2 についても同様なことが云えるが，これはこのような配置による分析の限界として止むを得ない。** これは σ_1^2 と σ_s^2 の間にみられる相関*** からもうなづかれる。この漁場は顕著な南下運動を示すが，その効果は明らかに σ_1^2 の中にも σ_s^2 の中にもあらわれてくる筈である。

両者の間にみられる相関は，このような共通要素の存在を示すものとみることが出来る。第6表によれば σ_s^2 は σ_1^2 より大きいが，これは σ_s^2 には魚群の移動効果の他に季節に伴う魚群の密度変化の効果が加わるためであろう。尚第6表Aの「ふれ」の値は同表のBやCのそれよりも大きいが，これは資料のとりまとめ方によるものであろう。即ちAでは航海当り操業の回数（これにともなって sampling field も大きくなっている）がBやCのそれに比べて大きいから，σ_b^2 は当然小さくあらわれると思われる。この結果逆にAではσ_w^2 が大きくなったのであろう。

4. 結果の吟味

IIの2と3で単位漁獲努力当り，漁獲の変動をいくつかの成分に分けて観察してきた。ここで扱った成分は変動要因の集合体のことであって，個々の変動要因をさすのではない。又単にみかけの上だけのものも含んでいる。たとえば σ_b^2 についてみると，何らかの意味でその航海の個性とみなされるものの効果……これには操業位置や時期のズレに基く効果まで含む……をすべて含んだものである。

このような要因のとり上げ方を用いた理由は，既にふれたように第1に本稿の目的が個々の要因効果を研究することでなく，〔1〕式の $V(a_i\bar{x}_i)$ の推定に有効な手がかりを得ることにあるため，かならずしも個々の要因効果まで分析してとらえる必要がないからであり，第2に実際の操業を実験とみたてて分析するのであるから，操業の実態にもっとも適合した成分の形式をとらないと，資料全体を有効に利用し，処理を簡単にすることが出来ないからであった。

しかしながら或る成分の大きさを手がかりに層化の効果を判定したい時には，みかけの上のものは出来るだけ小さいのがのぞましい。σ_b^2 や σ_1^2，σ_s^2 の大きさが夫々の時と場合で非常に大きく変化するのは，それに含まれる要因の数が非常に多く，種々の現象と関連し，これにつれてみかけ上の効果も附加されやすいからであろう。そのためこれらはかなり管理しにくい成分となっている。したがって分析をもう少しすすめて，見かけの上の効果の，少なくともかなりの部分を除去したり，或いは σ_b^2 や σ_1^2，σ_s^2 に管理しやすい成分が含まれているならば，これを引き出して管理しにくい部分の大きさを少しでも小さくするというような処理の必要性は筆者もみとめている。しかしこのような分析に利用出来る資料が殆んど得られないのが実状であって，現状として止むを得ないことである。

この分析の結果から資料の層化や平均値の信頼判定に関して得られた知識を以下にまとめてみよう。

① 階層分けに関連して

σ_1^2 や σ_s^2 がみかけの上の効果をも含んでいて，これを手がかりに階層分けの効果を判定することは必ずしも適当ではないこと，この見かけの上の効果をチェックする資料が現状では得られないことについてはすでにふれた通りである。現在のところでは層化の効果判定は σ_1^2，σ_s^2 の有意性のテストによって行わざるを得ない。第5表のBによればσ_1^2 は有意でなく，2°平方，1カ月という階層を更に小分割して，その

---

* モデル階層の3と6の例では，漁船の分布が時期的にも位置的にも均一で殆んど漁獲変動の原因としての効果をもたないか，（見かけの上の効果が入る余地がない場合）或いは魚群の移動や密度変化が殆んどおこらないからであろう。（モデル階層の個性による場合）

** 所謂，nested design といわれる配置である。ここでは $\sigma_{r_1}^2$，$\sigma_{r_2}^2$ は対応のない変量型因子，σ_1^2，σ_s^2 は対応のある変量型因子として取扱われている。[12]

*** $r=+0.90$ この相関は5%危険率では有意，1%のそれでは有意でない。

大きさを1°平方，1カ月としても変動はあまり小さくならないことを示している。第5表Cの σ_s^2 の大きさから判断されるように2°平方，1カ月という階層を更に小分割するなら漁期の長さに関して行う方が有効である。しかし層化の効果判定については更に次の2点も考慮する必要がある。

第一に階層の細分は直ちに操業資料の減少を意味するということである。大まかにみて階層をn分割すればそれに応じて，資料数もほぼ 1/n になると考えられる。したがって階層を n 分割しても分散の大きさが 1/n 以下になるのでなければ細分の効果はないことになる。第6表のCで σ_b^2 と $\sigma_{r_2}^2$ を比較してみると，モデル階層5を除いた他の例では，たとえ σ_s^2 が有意であっても分割の効果はないことがわかる。

第2に σ_s^2 や σ_1^2 の大きさが海域や時期の個性によって著しく変動するという点である。これは細分の効果が夫々の階層の個性によって著しく異るものであることを暗示するものである。

以上の点を合せ考慮すると，今後2°平方，1カ月より小さい階層を採用することはあまり得策とは云えないであろう。

② 平均値の信頼判定に関連して

平均値の信頼判定は σ_w^2 と σ_b^2 とによるのが便利であり（σ_w^2 がほぼ一定である）実状に即していると思われる。この場合，標準誤差（$\sigma_{\bar{x}}$）推定の手つづきは以下の如くになる。

$\sigma^2 = \sigma_w^2 + k_1\sigma_b^2 \qquad \sigma_{\bar{x}}^2 = \sigma^2/k_1 m$

ただし σ^2 は単位漁獲努力当り漁獲の分散

k_1 は1航海当り操業回数の代表値

m は航海数 ……………………………〔5〕

平均値の 95%信頼区間は，$2\sigma_{\bar{x}}$ で近似的にあらわされる。これを変数転換前の単位にもどすには〔6〕式を用いる。

95%信頼区間の上限；（平均値）× antilog $2\sigma_{\bar{x}}$

95%信頼区間の下限；（平均値）÷ antilog $2\sigma_{\bar{x}}$ ……………………………〔6〕

第8表(文末)は個々のモデル階層の信頼巾を分析の結果から推定したものであり，第10表は同じ分析の結果を実際的な場合にあてはめてその信頼巾を計算したものである。いづれも平均値を 100 とし，信頼区間は平均値に対する 100 分率で示してある。第10表の計算に用いた諸変量* の推定値については，今後海域や季節の特性を考慮してより詳細な検討を行う必要があるが，これはこの研究に与えられた今後の課題の一つである。

Table 9. The relationship between mean average number of operation per trip ($\bar{k}_1$), mean number of trip ($\bar{m}$) and number of operation (n).

n	3	5	7	10	15	20	30	40
$\bar{k}_1$	1.17	1.36	1.49	1.65	1.85	2.01	2.26	2.45
$\bar{m}$	2.36	3.43	4.38	5.68	7.64	9.42	12.66	15.63
$\bar{m}\bar{k}_1$	2.76	4.66	6.53	9.37	14.13	18.84	28.61	38.29
n	50	75	100	125	150	175	200	250
$\bar{k}_1$	2.61	2.93	3.18	3.39	3.57	3.73	3.87	4.13
$\bar{m}$	18.39	24.72	30.49	35.88	40.99	45.88	50.57	59.51
$\bar{m}\bar{k}_1$	48.00	72.43	96.96	121.63	146.33	171.13	195.71	245.78
n	300	400	500					
$\bar{k}_1$	4.35	4.72	5.03					
$\bar{m}$	67.98	83.89	98.72					
$\bar{m}\bar{k}_1$	295.71	395.96	496.56					

Based on commercial fishnigs made in the sea extending 130°E to 140°E, and north of 26°N in February 1954 and 1955.

* σ_w^2, σ_b^2, m, k_1 を指す。

Table 10. Total numbers of operation and 95% fidical limits of mean hooked rate. Indicated on basis of the mean taken as 100. See table 9 for mean number of trips and the mean average number of operation per trip. Upper row represents upper limit and lower, lower limit respectively.

σ_b^2	3	5	7	10	15	20	30	40	50	75
0.0050	198	169	156	145	136	131	125	121	119	116
	51	59	64	69	74	76	80	83	84	86
0.0100	204	175	161	149	139	133	127	124	121	117
	49	57	62	67	72	75	79	81	83	85
0.0150	211	179	164	153	142	136	129	125	122	119
	47	56	61	65	70	74	78	80	82	84
0.0200	217	184	169	156	145	139	131	127	124	120
	46	54	59	64	69	72	76	79	81	83
0.0300	229	193	176	162	150	143	136	130	128	123
	44	52	57	62	67	70	74	77	78	81
0.0500	254	211	191	175	160	152	143	137	133	128
	39	47	52	57	63	66	70	73	75	78

σ_b^2	100	125	150	175	200	250	300	400	500
0.0050	113	112	111	110	110	108	108	107	107
	88	89	90	91	91	93	93	93	93
0.0100	115	113	112	111	111	110	108	108	107
	87	88	89	90	90	91	93	93	93
0.0150	116	115	113	112	112	111	110	108	108
	86	87	88	89	89	90	91	93	93
0.0200	117	116	115	114	113	112	111	110	108
	85	86	87	88	88	89	90	91	93
0.0300	120	118	116	116	115	113	112	111	110
	83	85	86	86	87	88	89	90	91
0.0500	124	122	120	119	118	116	115	113	112
	81	82	83	84	85	86	87	88	89

第10表によって漁船の操業資料から計算した平均釣獲率の信頼性について大凡，その見当をつけることが出来る。操業の実態についてみると，①実際では1階層当り操業回数が非常に少ない場合もあらわれる。1階層を2°平方，1カ月とすれば，その中での操業が100回以上に達する例はあまりみられない。②モデル階層では1航海当り操業回数が4回又は5回以下のものはふくまないようにしてあるが，実際では1航海，1回操業というものも多い。したがって k_1 はモデル階層のそれにくらべてかなり小さい筈である。この表はこれらの点を考慮して実際におこり得るいろいろな場合を出来るだけ含むようにした。ふれの項でも述べたように σ_w^2 が安定なことに着目して，ここではこれを一定とし第7表に示した σ_w^2 の平均値0.0543を与えてある。又 m と k_1 は階層毎にかなり異るものであろうが，ここでは操業回数に対する平均値を用いてある。この値は1954年，1955年各2月における130°E～140°E，26°N以北の海域での2°平方海域内の操業資料から求めたものである。

k_1 の操業回数に対する回帰式

$$y_{k_1}=0.8579\ x_n^{0.2815}$$

m の操業回数に対する回帰式

$$y_m=1.0578\ x_n^{0.7299}$$

σ_b^2 についてはモデル階層でみられた値から推して，著しくかけはなれたものが実際ではあらわれるであろうから，（第7表）巾を大きくとり最小0.0050，最大0.0500に対応する値を計算してある。モデル階層から得られた σ_b^2 の推定値を加重平均すると0.0091である。したがって一応，σ_b^2 =0.0100 について示されて

いる値がもっとも多くあらわれると考えられる。この表によれば普通の場合，操業回数が30回位あれば，95%の信頼巾は（平均値）±（平均値の30%）位になるとみることが出来る。更に操業回数が50回以上であれば，余程特殊な場合でない限り平均値±30%の区間の中に母平均があるとみてさしつかえないであろう。一方，平均値±20%程度の信頼区間を得るために必要な操業回数は100前後となっている。しかし実際のfieldでこのような大標本を得ることはあまり期待出来ない。m，k_1の操業回数に対する回帰式の推定に用いた資料によると，操業回数が30回以下の場合は，38例中10例で，ほぼ全体の¼，又100回以上の場合は，38例

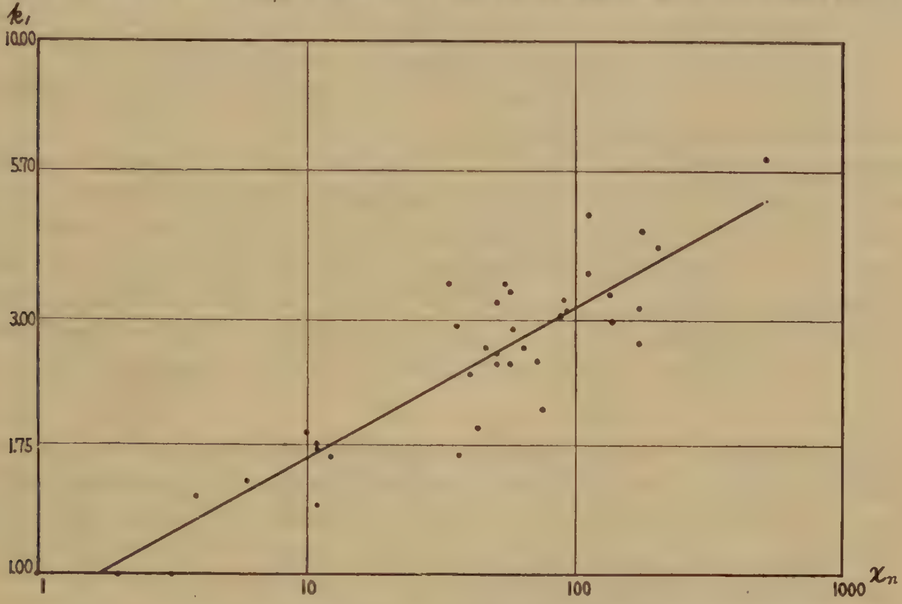


Fig. 1. Relationship between table number of operation and the average number of operation per trip.

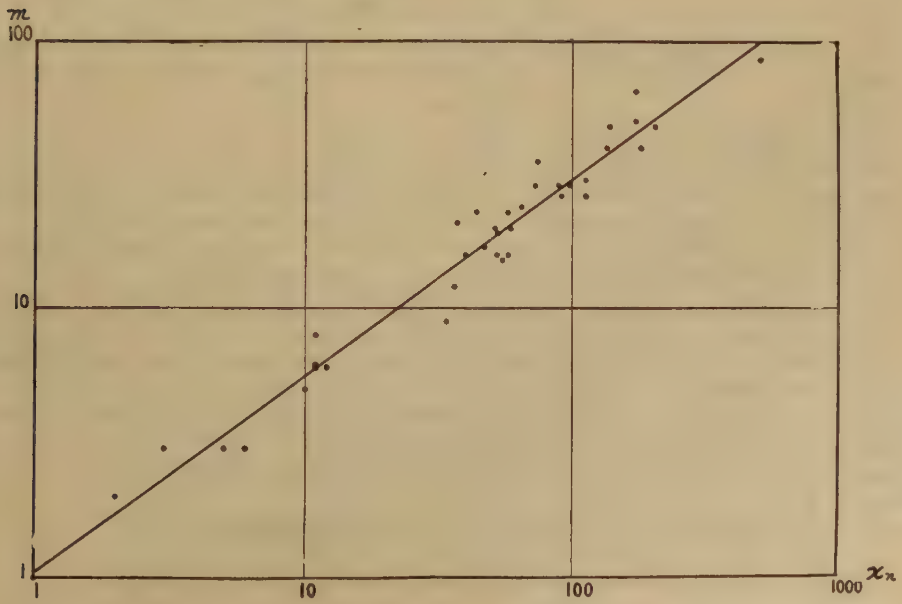


Fig. 2. Relationship between total number of operation and number of trips.

中９例で，これもほぼ全体の½にあたっている。したがってきわめて大まかな見方をすれば，2°平方，1カ月毎に算出した平均釣獲率にはその上下に30%位の巾をつけておけばよいということになろう。

（Ⅲ） 今 後 の 問 題

以上，モデル階層を６箇設定し，これについて観察や分析を行ってきた。その結果今後の問題として

1）〔2〕式，〔3〕式，〔4〕式等にあらわれるλが果してビンナガについては年令や漁場とは無関係に一定とみなし得るか否か，たしかめておく必要があること。

2） 2°平方，1カ月より小さくない範囲で適当な階層の大きさを決定する必要があること。

3） σ_b^2，σ_w^2，m，k_1 と総操業回数との関係については海域，季節を考慮して更にくわしい検討を行い，その適応範囲をはっきりさせる必要があること。

等が指摘された。このうち研究の順序からみて，1）と2）が先づとりあげられるべきであろう。これらは第２報において検討するが，漁獲物の年令組成，ひいては漁期や漁場と関連させたλの考察は，又階層の大きさ決定の手がかりとなるかもしれない。単位漁期の長さを１カ月のままにしておいても，階層数はさして多くにはならないし，又分析の結果から標本数の減少さえともなわなければ，単位漁期を１カ月より細かくした方が変動が小さくなる筈であることもわかっている。したがって２）に関する検討では，単位漁期を１カ月より大きくすることは積極的には考えず，むしろ重点を単位漁場の広さの決定において考察をすすめる予定で，このためにはあらためて2°平方より大きなひろがりをもったモデル海域を設定する必要があると考えている。

おわりにこの研究にあたっては，多くの方々の多大の御指導と御協力を得たことを記さねばならない。
中村所長はじめ南海区水研遠洋資源部並びに串本，油津両支所の各位からは，種々の御鞭撻と御協力をうけた。殊に上村技官には研究の方向やとりまとめ方についてたえず討議をいただき，熊沢淑氏には必要な計算の大部分をお願いした。又，この研究に用いた資料の大半は串本支所において蒐集されたものである。別に当水研横田延岡支所長，東大農学部水産学科能勢助手からも種々御助言をいただいている。
以上記して心からの謝意を表する。

文 献

(1) 須田 明；マグロ延縄漁業平年漁況図，1952年度版，ビンナガ，1954.
(2) 吉原友吉；タマキビの分布について，個体群生態学の研究－Ⅱ（pp. 112～122），京大，農，昆虫，1953.
(3) 吉原友吉；漁獲高の分布型について，日水誌，18－6，1952.
(4) 農林省統計調査部；単位漁獲量の特性について，1956.
(5) Murphy G. I. and Elliott K. G.; Variability of long-line catch of yellowfin tuna. Special Scientific Report-Fishries No. 119, U. S. Fish and wildlife survice 1954.
(6) 上村忠夫；マグロ延縄操業におけるキハダ釣獲率の変動についての研究，Ⅰ．漁船の資料を用いて平均釣獲率の信頼巾を推定するこころみ 南水研報告 No. 5（pp. 97～118）1957.
(7) 真子 渺；魚の棲息密度指数についての考察，日水誌，21－2（pp. 67～72）1955.
(8) 鳥居酉蔵；昆虫集団の推計法 生態学概説：養賢堂：東京 1952.
(9) Anscombe F. J.; The statistical analysis of Insect counts based on the negative binomial distribution, Biometrics 5－2（p.p. 165～173）1949.
(10) Beall G.; The transformation of data from entomological field experiments so that the analysis of variance becomes applicable, Biomtetrika－32 1941～1942.
(11) Snedcor G. W.; Statistical Methods（4th ed.）（p. 448）Iowa State College Press. Ames, Iowa U. S. A.
(12) 石川 馨；実験計画法における構造模型の問題，日本科学技術連盟編 1956.

Table 3. Statistical values about variable x which were transformed from the number of catch per 1000 hooks by equation [3].

The figures in parantheses indicate the adjusted values excluding some of the data on the basis of the test in Table 4.

A : where the strata are 2° square of the sea and one month as in Table 1.

stratum No.	n	m	k_1	$\sum_i\sum_j x_{ij}$	$\sum_i\sum_j x_{ij}^2$	$\sum_i\sum_j x^2_{ij} - C_1$	$\sum_i(\sum_j x^2_{ij} - C_2)$	$\sum_i (n_i-1)\log\frac{(\sum x^2_{ij} - C_2)}{(n_i-1)}$
1	386 (380)	50 (49)	(7.73)	489.63 (481.64)	644.5915 (633.8812)	23.4833 (23.4152)	18.9551 (18.8848)	−441.4308 (−432.1768)
2	190	27	7.02	225.94	285.2534	16.5751	9.8240	−214.1184
3	325 (307)	38 (35)	(8.74)	413.07 (389.03)	540.8929 (508.6301)	15.8923 (15.6518)	12.6209 (12.5182)	−416.2338 (−383.7537)
4	234	31	7.52	420.83	769.3841	12.5556	9.5790	−281.9355
5	292 (275)	30 (28)	(9.75)	460.26 (432.28)	745.6262 (698.2232)	20.1493 (18.7105)	16.2471 (15.1507)	−335.5829 (−314.3359)
6	243	27	8.96	390.83	643.9325	15.3396	11.8173	−285.6245

n : number of long-line operation m : number of fishing trip k_1 : average number of long-line operation per one fishing trip.

x_{ij} : the value in j-long-line operation, i-fishing trip.

$$n = \sum_{i=1}^{m} n_i \qquad C_1 = \frac{1}{n}\left(\sum_i\sum_j x_{ij}\right)^2 \qquad C = \frac{1}{n_i}\left(\sum_j x_{ij}\right)^2$$

B : where the stratum was subdivided by unit area which is 1° square of the sea.

stratum No.	n	m	l	k_1	k_2	$\sum_i\sum_j\sum_k x_{ijk}$	$\sum_i\sum_j\sum_k x^2_{ijk}$	$\sum_i\sum_j\sum_k x^2_{ijk}-C_1$	$\sum_i(\sum_j\sum_k x^2_{ijk}-C_2)$	$\sum_i\sum_j(\sum_k x^2_{ijk}-C_3)$
1	228 (222)	38 (37)	4 (4)	(5.98)	(48.25)	295.16 (287.17)	395.1315 (384.1315)	13.0288 (12.6603)	12.9558 (12.5911)	8.7946 (8.7243)
2	74	14	2	4.88	35.68	93.60	123.3044	4.9131	4.2673	2.5692
3	199 (189)	33 (31)	3 (3)	(6.07)	(59.87)	253.74 (240.02)	333.2844 (314.3832)	9.7468 (9.5705)	9.6595 (9.4568)	7.2605 (7.2037)
4	101	19	3	5.30	27.65	180.32	327.5636	5.6300	5.1454	3.5378
5	162 (155)	25 (24)	4 (4)	(6.43)	(38.32)	258.91 (247.73)	424.7277 (406.3809)	10.9352 (10.4445)	10.0343 (9.4708)	7.4313 (6.9406)
6	165	24	3	6.84	52.58	269.52	449.4054	9.1567	8.6094	7.0856

stratum No.	unit area No. (i)	n_i	m_i	$\sum_j\sum_k x_{ijk}$	$\sum_j\sum_k x^2_{ijk}$	$\sum_j\sum_k x^2_{ijk}-C_2$	$\sum_j(\sum_k x^2_{ijk}-C_3)$	$\sum_j(n_{ij}-1)\log\frac{(\sum x^2_{ijk}-C_3)}{(n_{ij}-1)}$
1	1	51	9	65.85	88.5409	3.5169	2.4449	−53.3346
	2	36	7	46.75	62.3999	1.6898	1.3943	−40.6692
	3	22	4	27.33	35.5241	1.5728	0.5603	−31.8714
	4	119 (113)	18 (17)	155.23 (147.24)	208.6666 (197.6666)	6.1763 (5.8116)	4.3951 (4.3248)	−145.4715 (−136.2175)
2	1	30	5	41.34	58.0822	1.1157	0.6421	−42.4375
	2	44	9	52.26	65.2222	3.1516	1.9271	−45.9806
3	1	79 (75)	14 (13)	99.34 (93.63)	128.5264 (120.3521)	3.6095 (3.4644)	2.7644 (2.7411)	−94.8769 (−88.5364)
	2	35	6	46.11	62.1559	1.4093	0.9460	−46.1443
	3	85 (79)	13 (12)	108.29 (100.28)	142.6021 (131.8752)	4.6407 (4.5831)	3.5501 (3.5166)	−105.7279 (−94.8584)
4	1	63	11	109.62	194.5118	3.7800	2.4147	−70.9152
	2	20	4	36.03	65.6143	0.7063	0.6871	−23.7220
	3	18	4	34.67	67.4375	0.6592	0.4360	−23.3812

5	1	49	7	78.11	127.7659	3.2522	2.5542	−55.0559
	2	41	6	60.93	92.6051	2.0572	1.5962	−47.7662
	3	42 (35)	7 (6)	70.99 (59.81)	122.6555 (104.3087)	2.6655 (2.1020)	2.1101 (1.6194)	−45.6655 (−39.1387)
	4	30	5	48.88	81.7012	2.0594	1.1708	−35.5812
6	1	77	11	122.17	197.6077	3.7699	3.0670	−94.8849
	2	50	7	81.49	135.2803	2.4679	2.0260	−58.9331
	3	38	6	65.86	116.5174	2.3716	1.9926	−43.3056

l : number of unit area. k_2 : average number of long-line operation per one unit area. x_{ijk} : value in k-long-line operation, j-fishing trip and i-unit area.

$$m = \sum_{i=1}^{l} m_i \qquad n = \sum_{i=1}^{l} n_i = \sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{m_i} n_{ij} \qquad C_1 = \frac{1}{n}\Big(\sum_i\sum_j\sum_k x_{ijk}\Big)^2 \qquad C_2 = \frac{1}{n_i}\Big(\sum_j\sum_k x_{ijk}\Big)^2 \qquad C_3 = \frac{1}{n_{ij}}\Big(\sum_k x_{ijk}\Big)^2$$

C : where the stratum was subdivided by 10 days.

stratum No.	n	m	l	k_1	k_3	$\sum_i\sum_j\sum_k x_{ijk}$	$\sum_i\sum_j\sum_k x^2_{ijk}$	$\sum_i\sum_j\sum_k x^2_{ijk} - C_1$	$\sum_i(\sum_j\sum_k x^2_{ijk} - C_2)$	$\sum_i\sum_j(\sum_k x^2_{ijk} - C_3)$
1	46 (45)	280 (275)	3 (3)	(6.10)	(91.07)	356.06 (349.18)	468.4922 (459.0140)	15.7110 (15.6443)	14.6720 (14.6412)	11.3174 (11.3061)
2	25	150	3	5.98	28.16	182.97	234.5695	11.3827	9.2896	5.6829
3	35 (33)	230 (218)	2 (2)	(6.59)	(86.06)	290.52 (275.82)	377.6166 (358.9924)	10.6519 (10.0168)	10.4646 (9.8476)	7.6822 (7.1952)
4	26	149	2	5.71	58.52	272.09	505.2496	8.3841	7.1273	5.4825
5	27 (25)	186 (175)	3 (3)	(6.99)	(54.16)	294.27 (275.43)	478.6757 (445.5427)	13.1121 (12.0474)	9.7039 (8.8334)	8.4150 (7.6188)
6	26	158	3	6.06	39.48	254.22	419.5027	10.4660	9.8372	7.3314

stratum No.	fishing period No. (i)	n_i	m_i	$\sum_j \sum_k x_{ijk}$	$\sum_j \sum_k x^2_{ijk}$	$\sum_j \sum_k x^2_{ijk} - C_2$	$\sum_j (\sum_k x^2_{ijk} - C_3)$	$\sum_j (n_{ij}-1) \log \frac{(\sum x^2_{ijk} - C_3)}{(n_{ij}-1)}$
1	1	77	11	101.67	136.8851	2.6411	2.3856	−98.7873
	2	102 (97)	18 (17)	134.14 (127.26)	182.5804 (173.1022)	6.1731 (6.1423)	4.3455 (4.3342)	−121.4238 (−111.2126)
	3	101	17	120.25	149.0267	5.8578	4.5863	−115.3281
2	1	20	4	20.71	22.2783	0.8331	0.7611	−21.5527
	2	14	3	13.43	14.7391	1.8559	1.1376	−11.9454
	3	116	18	148.83	197.5521	6.6006	3.7842	−145.1694
3	1	159	23	203.87	268.6975	7.2951	5.8958	−196.0454
	2	71 (59)	12 (10)	86.65 (71.95)	108.9191 (90.2949)	3.1695 (2.5525)	1.7864 (1.2994)	−100.2138 (−83.7320)
4	1	40	8	66.98	114.9949	2.8369	2.2993	−38.7404
	2	109	18	205.11	390.2547	4.2904	3.1832	−139.6020
5	1	100 (89)	15 (13)	170.74 (151.90)	295.5838 (262.4508)	4.0623 (3.1968)	3.4753 (2.6791)	−131.5890 (−118.9950)
	2	38	5	54.07	80.5327	3.5968	3.0085	−34.5162
	3	48	7	69.46	102.5592	2.0448	1.9312	−56.5689
6	1	32	6	55.48	97.6802	1.4917	0.9626	−40.8534
	2	105	16	165.35	267.4538	7.0667	5.1083	−119.6792
	3	21	4	33.39	54.3687	1.2786	1.2605	−19.8994

l : number of unit fishing period. k_3 : average number of long line operation per 10 days. x_{ijk} : the value in k-long line operation, j-fishing trip and i-fishing period.

$$m = \sum_{i=1}^{l} m_i \quad n = \sum_{i=1}^{l} n_i = \sum_{i-1}^{l} \sum_{j=1}^{mi} n_{ij} \quad C_1 = \frac{1}{n} (\sum_i \sum_j \sum_k x_{ijk})^2 \quad C_2 = \frac{1}{n_i} (\sum_j \sum_k x_{ijk})^2 \quad C_3 = \frac{1}{n_{ij}} (\sum_k x_{ijk})^2$$

Table 4. Bartlett's test of homogeneity of variance within fishing trip.

Column (1) shows the results of the initial test for unadjusted data, and Column (2), the results of the following test in which apparetly incomplete data were excluded.

The figures without parentheses indicate the values of χ_0^2 obtained by Bartlet method; the figures within parentheses are dagree of freedom; different scales of the strata A, B, C, correspond to A, B, C, in Table 3, respectively.

* significant at 5% level. ** significant at 1% level. ∴ corrected value of χ_0^2.

Column (1)

scale of strata		No. of subdivided strata	stratum 1	stratum 2	stratum 3	stratum 4	stratum 5	stratum 6
A	2° square of the sea and 1 month		50.3523 (49)	35.2466 (26)	61.9821**(37)	29.3287 (30)	44.1908* (29)	30.0086 (26)
B	1° square of the sea and 1 month	1	3.3627 (8)	6.1825 (4)	13.1775 (13)	3.6225 (10)	9.1637 (6)	15.9798 (10)
		2	5.6416 (6)	4.4247 (8)	7.6380 (5)	4.2414 (3)	1.9945 (5)	4.3107 (6)
		3	10.9185* (3)		26.7320* (12)	5.2508 (3)	6.8525 (6)	10.8904 (5)
		4	18.3287 (17)				5.3793 (4)	
C	2° square of the sea and 10 days.	1	8.2486 (10)	0.9079 (3)	24.7424 (22)	4.9616 (7)	31.2382**(14)	8.3506 (5)
		2	30.7577* (17)	2.5441 (2)	24.4453* (11)	16.3846 (17)	0.4518 (4)	21.2330 (15)
		3	21.3057 (16)	15.3266 (17)			4.9780 (6)	1.5796 (3)

Column (2)

scale of strata		No. of subdivided strata	stratum 1	stratum 2	stratum 3	stratum 4	stratum 5	stratum 6
A	2° square of the sea and 1 month		47.4598 (48)	35.2466 (26)	46.1291 (34)	29.3287 (30)	34.1899 (27)	30.0086 (26)
B	1° square of the sea and 1 month	1	3.3627 (8)	6.1825 (4)	10.4796 (12)	3.6225 (10)	9.1637 (6)	15.9798 (10)
		2	5.6416 (6)	4.4247 (8)	7.6380 (5)	4.2414 (3)	1.9945 (5)	4.3107 (6)
		3	10.9185* (3)		∴19.7787* (11)	5.2508 (3)	6.4245 (5)	10.8904 (5)
		4	16.1659 (16)				5.3793 (4)	
C	2° square of the sea and 10 days.	1	8.2486 (10)	0.9079 (3)	24.7424 (22)	4.9616 (7)	19.8664 (12)	8.3506 (5)
		2	22.8708 (16)	2.5441 (2)	14.8951 (9)	16.3846 (17)	0.4518 (4)	21.2330 (15)
		3	21.3057 (16)	15.3266 (17)			4.9780 (6)	1.5796 (3)

Table 8. 95% fidical limits of mean values calculated for the model strata.
The limits are represented by the ratio to the mean number of catch per 1000 hooks when the mean was likened to 100.

strutum No.	m	k_1	mk_1	$\sigma_b{}^2$	$\sigma_w{}^2$	$\frac{\sigma_w{}^2}{mk_1}$	$\frac{\sigma_b{}^2}{m}$	$\sigma_{\bar{x}}{}^2$	$2\sigma_{\bar{x}}$	antilog$2\sigma_{\bar{x}}$	95% fidical limit	
											upper limit	lower limit
1	49	7.73	378.77	0.0048	0.0571	0.000151	0.000098	0.000249	0.032	1.08	108	93
2	27	7.02	189.54	0.0269	0.0603	0.000318	0.000996	0.001314	0.072	1.18	118	84
3	35	8.74	305.90	0.0053	0.0460	0.000150	0.000151	0.000301	0.035	1.08	108	93
4	31	7.52	233.12	0.0069	0.0472	0.000202	0.000223	0.000425	0.041	1.10	110	91
5	28	9.75	273.00	0.0072	0.0613	0.000225	0.000257	0.000482	0.044	1.11	111	90
6	27	8.96	241.92	0.0090	0.0547	0.000226	0.000333	0.000559	0.047	1.11	111	90

マグロ延縄操業の資料から魚群量を推定するこゝろみ II *

階層の大きさの吟味

TRANSLATION IN REPRINT FILE
H. B. L. PUBLICATION – COPIES FOR DISTRIBUTION

須田 明

Attempts at Estimating the Abundance of Fish Population from the Data of Tuna Long Line Fishery …… II

A few considerations on the size of stratum.

In order to estimate the abundunce of fish population simply as well as accurately, the author have made some considerations about the stratification of the fishing ground. The data used are those about Albacore catch in the fishing report of the tuna-long line boats which operated in Kinan ground in every February between 1954 and 1956.

The index S, represents the abundance of fish population and it's variance are as follows:

$$S=\Sigma a_i \bar{x}_i \qquad V(S)=\Sigma V(a_i \bar{x}_i) \qquad [1]$$

$$V(\bar{x}_i)=\frac{\sigma_{w_i}^2}{k_{1i}\,m_i}+\frac{\sigma_{b_i}^2}{m_i} \qquad [2]$$

Here a_i is the extent of the i-th stratum and $\bar{x}_i$ is the mean number of catch per unit fishing effort in i-th stratum. σ_w^2 and σ_b^2 are the factors causing variance within and between trip, respectively k_1 is the average number of operation per 1 fishing trip, and m is the number of trip. Variable x in the equation (1) and (2) is transformed from the catch per unit fishing effort y by the equation $x=\log(y+2)$.

(1)

The division of the ground according to the value of σ_w^2 has proved to be closely connected with the oceanographic division. If we divide Kinan-ground into two blocks, the boundary being the southern edge of the main stream area of Kuroshio-current we find that the values of σ_w^2 in these two blocks are quite different. In the northern block, that is, in the main stream area of Kuroshio-current, σ_w^2 is much larger than in the southern block. In the each block, however, σ_w^2 is approximately constant. We need not divide these blocks further from the viewpoint of σ_w^2.

(2)

The effectiveness of stratification of the ground according to σ_b^2 is estimated from the value of σ_l^2, the part of σ_b^2, which is the factor causing the variance between unit areas. We have calculated in each block $\sigma_{l_i}^2/l_i$, the increasment of $V(\bar{x}_i)$ owing to $\sigma_{l_i}^2$, and have found that it hardly depends on the magnitude of the stratum. (l_i is number of unit area in i-th stratum)

(3)

In conclusion, the magnitude of variation in the catch is in close connection with the ground. This is characterized by the parameter λ. In the main stream area of the Kuroshio-current $\lambda<1$, and in the southern waters of the main stream $\lambda>1$. Therefore, we can stratify the fishing grounds according to λ.

* 南海区水産研究所業績 No. 97 (1957. 10. 29)

〔まえがき〕

第1報[1]では指数Sによる魚群量の推定を有効ならしめるためには ①λ，σ_w^2，σ_b^2 が階層が異るにつれてどのように変化するか，②その結果階層の大きさを2°平方より大きい範囲でどのように決定するのが適当かの2点を吟味する必要があることを指摘した。

本報は1954年～1956年各2月の紀南海域におけるビンナガ延縄操業を例にとって，これらの点を吟味した結果である。

ここで指数Sは次の形で示される。

$$S = \sum a_i \bar{x}_i \qquad V(S) = \sum V(a_i \bar{x}_i) \quad \cdots\cdots \text{〔1〕}$$

ただし a_i は i 番階層のひろさ

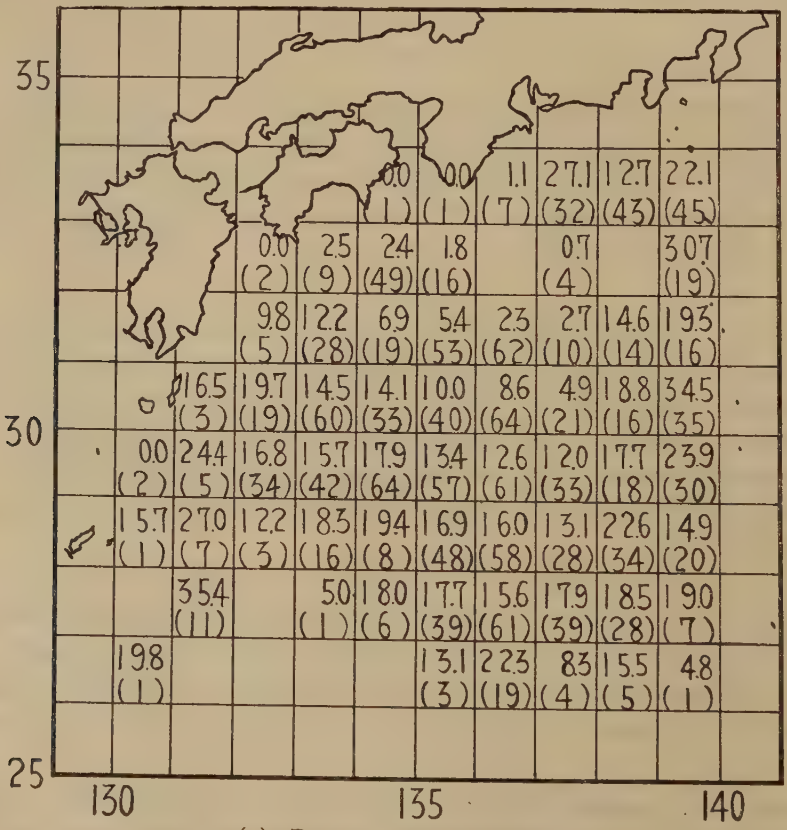
$\bar{x}_i$ は i 番階層の単位漁獲努力当り漁獲の平均値

$$\text{又} \; V(\bar{x}_i) = \frac{\sigma_{w_i}^2}{k_i m_i} + \frac{\sigma_{b_i}^2}{m_i} \quad \cdots\cdots \text{〔2〕*}$$

ただし k_i は1航海当り操業回数の代表値

m は航海数

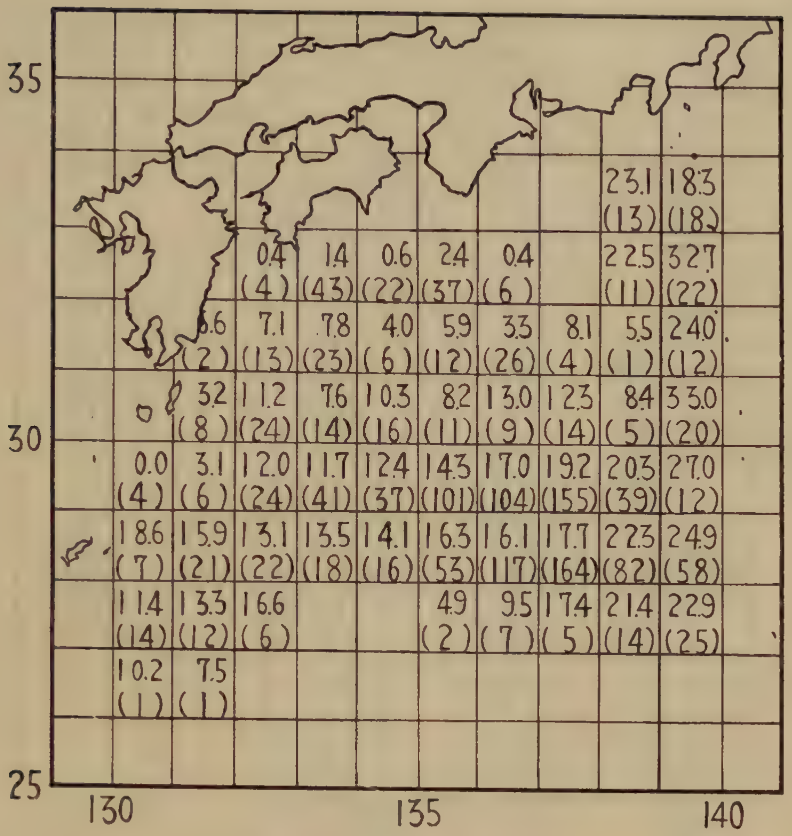
第1報で述べたように，σ_w^2 は共通成分としての性格が強いから，その適応範囲はおそらく σ_b^2 のそれよりも大きいひろがりをもったものであろうと思われる。従ってここでは，先づ σ_w^2 の一様な範囲を検



(a) Eebruary in 1954 season.

Fig. 1. Catch per 1000 hooks represented by unit area (1° square of the sea). Numbers in parenthess represent number of long-line operstions.

* 〔2〕式は第1報における〔5〕式にあたる。

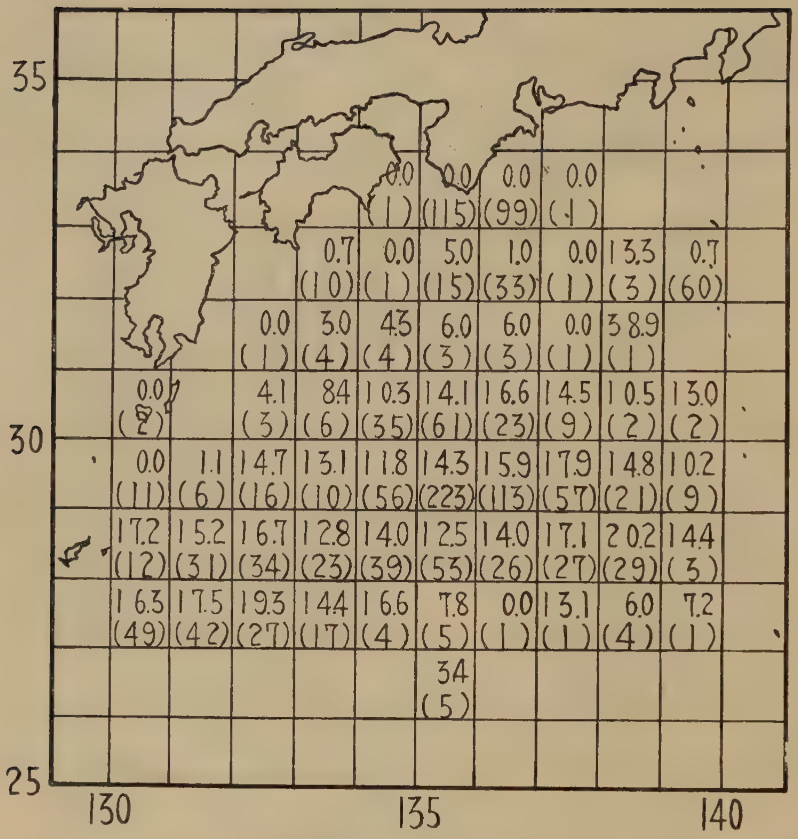


(b) February in 1955 season.

討し，これに基づいてこの海域を先づブロックに分割し，ついでこのブロック内とブロック間で λ 及び $\sigma_b{}^2$ がどのように変化するかを検討するという順序で作業をすすめている。

第1図はここでとりあげた紀南海域での操業状態を1°マス目毎に鈎1000本当り漁獲尾数の平均値と操業回数で示したものである。この図によればこの海域の南側半分にはビンナガの漁獲の多い単位海区が連続するが，北側半分，即ちほぼ31～32°N 附近を境として，その北側ではビンナガの漁獲は少ない。この部分はメバチ及びサメ類を主対象に小型延縄船が操業するところであって，南側のビンナガ漁場とはかなり性格が異ったところと考えられる。ただし伊豆諸島に接したところではかなり北の方の海域でも漁獲の多い場合がある。

鈎1000本当り漁獲尾数の分布が負の二項分布にしたがうとみられること，分散分析を行うための変数変換には，$x=\log(y+\lambda/2)$ を用いたことは第1報でふれた。本稿での検討に用いた資料は，いづれもこのような変換をほどこしてある。変数変換後の1°マス目毎の統計量は第1表に示してある。航海数は各マス目いづれも2以上である。又1航海当り操業回数もすべて2以上となっている。ここで用いた変換式 $x=\log(y+\lambda/2)$ は $y\geqq 15$ の場合にもっとも有効であり，この海域の北側半分のように釣獲率が低く，$y<15$ というような条件のもとで，詳細な分析を行うことが必要とされるときは，別の変換式を用いる方がよいと思われる(2)。



(c)　February in 1956 season.

〔1〕 $\sigma_w{}^2$ の適応範囲の大きさ

i)　第１報では $\sigma_w{}^2$ が階層によって，あまり変化しないことを述べたが，とりあげた階層の大きさは２°平方であって，$\sigma_w{}^2$ の適応範囲がこれ以上どこまで拡張出来るものかについては，手がかりを得ていない。本項の目的の一つは，$\sigma_w{}^2$ が一様に保たれる範囲を実際にたしかめてみることである。一つの階層の大きさを１ケ月２° 平方以下にすることにあまり意味がないことも，第１報における検討の結果からわかっている。したがって基準の階層を１° マス目４箇を合せたひろがりをもったものとし，紀南漁場の色々な部分から，この大きさのマス目をひき出して，$\sigma_w{}^2$ の大きさがこの海域の各部分で，どのような値を示すかを調べてみた。第２表にこの結果を示す。

第１報の場合と同様，$\sigma_b{}^2$ に比べて $\sigma_w{}^2$ に一様性が高いという傾向はここでも明瞭に示されている。この表には比較のため $\sigma_b{}^2$ の大きさも同時に示してあるが，1954年及び1955年度では，$\sigma_b{}^2$ の変動は甚だしい。$\sigma_w{}^2$ の値を詳細に検討してみると，第１報での，海域や年度が異ってもあまり変化がないという推定とは次の２点において異った傾向を示している。

1)　この海区を２箇のブロックに分ち，夫々ブロック毎にみれば，その中での $\sigma_w{}^2$ は大体一様になるけれども，全域を通じてみれば，この値はかなり大きく変動する。この２箇のブロックとは

31°N以南の海域 ………… ブロック　A

31°N以北の海域 ………… ブロック　B

をさす。（第２表ではブロックAと，ブロックBは点線で区別されている）

Table 2. Estimated values of σ_w^2 and σ_b^2, where the stratum are 2° square of the sea and one month.

season	lat.	longi.	σ_w^2	σ_b^2	block
1954	27−29	135−137	0.0369	0.0212	A
		136−138	0.0351	0.0153	〃
		137−139	0.0400	0.0090	〃
		138−140	0.0743*	−0.0034	〃
	28−30	133−135	0.0214	0.0258	〃
		134−136	0.0304	0.0402	〃
		135−137	0.0376	0.0364	〃
		136−138	0.0324	0.0326	〃
		137−139	0.0458	0.0280	〃
		138−140	0.0762*	0.0148	〃
	29−31	132−134	0.0517	0.0094	〃
		133−135	0.0309	0.0237	〃
		134−136	0.0256	0.0379	〃
		135−137	0.0499	0.0363	〃
		136−138	0.0599	0.0409	〃
		137−139	0.0506	0.0426	〃
		138−140	0.0665*	0.0369	〃
	30−32	133−135	0.0635	0.0290	B
		134−136	0.0675	0.0468	〃
		135−137	0.0664	0.0596	〃
	31−33	133−135	0.0724	0.0956	〃
		134−136	0.0772	0.0473	〃
1955	27−29	130−132	0.0485	0.0154	A
		138−140	0.0477	0.0126	〃
	28−30	131−133	0.0465	0.0762	〃
		132−134	0.0379	0.0166	〃
		133−135	0.0348	0.0034	〃
		134−136	0.0282	0.0171	〃
		135−137	0.0323	0.0171	〃
		136−138	0.0448	0.0064	〃
		137−139	0.0490	0.0121	〃
		138−140	0.0446	0.0222	〃
	29−31	131−133	0.0516	0.0677	〃
		132−134	0.0523	0.0509	〃
		133−135	0.0445	0.0033	〃
		134−136	0.0300	0.0022	〃
	30−32	132−134	0.0646	0.0466	B
	32−34	138−140	0.0592	0.0976	〃
1956	27−29	130−132	0.0315	0.0212	A
		131−133	0.0281	0.0260	〃
		132−134	0.0220	0.0133	〃
		133−135	0.0261	0.0261	〃
	28−30	132−134	0.0199	0.0130	〃
		133−135	0.0227	0.0213	〃
		134−136	0.0294	0.0119	〃
		135−137	0.0332	0.0111	〃
		136−138	0.0360	0.0145	〃
		137−139	0.0249	0.0241	〃
	29−31	134−136	0.0305	0.0090	〃
		135−137	0.0330	0.0102	〃
		136−138	0.0369	0.0162	〃
	32−34	135−137	0.0020	0.0020	B

* represents the exceptional value, which appeared in the adjacent seas of Bonin Is.

2） 同一ブロックについてみても，σ_w^2 は年度によってやや異なる傾向を示している。第2表によれば1956年では，前2年に比べてその値がかなり小さい。しかし更に詳細に1954年度ブロックAの値についてみると，139°E以東の伊豆，小笠原諸島海域では，他と顕著にかけはなれた値があらわれている。おそらくこ

の海域の地形や海況が複雑なことに起因するのであろう。これはこの海域で31°〜32°Nより更に北の方まで釣獲率が高いことも関連して，この海域が特殊な部分であることを暗示するものと考えられる。おそらく両方のブロックからこの海域は除くのが妥当であろう。

これを除いてバートレットの方法でブロックAにおける σ_w^2 の一様性をテストしたところ，1956年では，一様（$\chi_0^2=16.82$，D.F.$=12$，$\chi_{0.05}^2=21.06$，$\chi_{0.01}^2=26.22$）という結果を得たが，1954年（$\chi_0^2=45.64^{**}$，D.F.$=13$，$\chi_{0.05}^2=22.36$，$\chi_{0.01}^2=27.69$）と，1955年（$\chi_0^2=33.43^{**}$，D.F.$=13$，$\chi_{0.05}^2$ 22.36，$\chi_{0.01}^2$ - 27.69）とでは一様とみなせないことがわかった。第1報で述べたように分散分析に先立って，充分に操業記録を吟味し，サメクイ，シャチマワシの影響の著しいもの，漁獲物のつけ落し，竿釣り漁獲物の混入，その他漁具の特殊性をチェックする必要がある。このようなチェックは個々の船別操業資料によったほうが行いやすいが，ここで用いた資料はもとの船別操業記録から直接ひき出されたものでなく，緯度，経度，1°マス目毎にまとめ直されたカードからひき出されたものである。したがってサメクイ，シャチマワシ或いは漁獲物のつけ落し等についてのチェックが完全でない可能性は充分に考えられる。このため全体を通じてみれば，これらの影響で極端に漁獲変動が大きいもの，小さいものが，かなり混入していると思われる。σ_w^2 が一様に維持されない原因の1つとして，これらの事柄も考慮しておく必要があろう。

しかしながら，すでにふれたように σ_w^2 の大きさはこれをブロック毎にみれば，その内部では大体近似しているが，ブロックが異ればその値は顕著に変化する。ブロックAでは σ_w^2 の値は小さく，ブロックBではその値は大きい* 。その値が全く重なり合わないことは，特に注目されてよいであろう。これはこの値の決定に夫々のブロックの個性がつよく働いていることを暗示するものと思われる。

したがってバートレットテストの結果からは，一様とみなされるのは1956年度の場合だけであるが，年別にしてみれば個々のブロックには，夫々に特定の σ_w^2 が存在するということを想定することは妥当であろう。資料のチェックを充分に行えばこの一様性は更に明瞭になるものと考えられる。

ii） 前項で σ_w^2 を基準に行った海域区分はさきに第1図に示した鈎1000本当り漁獲にみられる海域的傾向とよく対応している。この傾向はここでとり扱った1954〜1956年のいづれの年にもあらわれていて，何か重要な生態的な意味をもつように思われる。したがって鈎1000本当り漁獲にあらわれるこのような海域的変化を吟味すれば σ_w^2 の適応限界についてより多くの知識が附加されると考えられる。このような立場から鈎1000本当り漁獲にみられる傾向的な海域差を分析してその変化がもっとも急激にあらわれる位置（即ち不連続線の位置）を吟味してみた** 。不連続線の位置の決定は，次の如くして行った。

① 南北方向の不連続線

緯度1°，経度1°のマス目を東西方向に2箇連ねこの中での単位努力当り漁獲尾数にあらわれるマス目の差の効果 σ_1^2 の有意性を分散分析で判定し，σ_1^2 が有意な場合は，南北方向に不連続線があるものとみなす。

② 東西方向のそれは，

マス目を南北方向に2箇連ね，①と同様な方法でマス目の差の効果を判定する。

ただしFの値は，判定の対象となる要因自体の大きさ（ここでは σ_1^2）の他に標本数や σ_r^2*** の大きさによっても変化する。標本の数が多い場合や σ_r^2 が小さい時は，σ_1^2 が比較的小さい場合でも，その有意性が指摘される。したがって単に σ_1^2 の有意性をテストするだけで不連続線を指摘しようとするならば，本稿の場合のように，海域によって σ_r^2 の大きさや標本の大きさが異る場合は（特に標本の大きさ）Fによって指摘される σ_1^2 のレベルにかなりの差が生ずる。これをチェックする意味で第3表のaとbには，い

---

* 1956年ブロックBでは，σ_w^2 0.0020 になっているが平均値が極端に小さいために生じた特殊な値と思われる。

** ここでは或る海域に固定した平均釣獲率を想定してそのひろがりを問題にしているのではなく，釣獲率の変化線の位置を問題にしているのである。

*** 〔5〕式参照

Table 3. Test of significance of factors causing variance between two unit areas which are 1° square of the sea.

a. where the unit areas are arranged in east-west direction.

lat. (N)	longi. (E)	1954—season			1955—season			1956—season		
		N_2	F	σ_1^2	N_2	F	σ_1^2	N_2	F	σ_1^2
27—28	130—132				10	0.02	−0.0043	15	0.10	−0.0020
	131—133							14	0.23	−0.0030
	132—133							8	1.22	0.0012
	133—135							4	0.23	−0.0075
	135—137	21	1.67	0.0011						
	136—138	20	9.14*	0.0109						
	137—139	9	0.03	−0.0039						
	138—140	7	0.77	−0.0005	5	0.00	−0.0178			
28—29	130—132				6	0.41	−0.0063	9	0.76	−0.0034
	131—133				12	1.22	0.0016	14	0.67	−0.0018
	132—134				11	1.46	0.0048	12	1.71	0.0015
	133—135	5	0.01	−0.0188	5	0.10	−0.0050	13	0.00	−0.0067
	134—136	12	0.11	−0.0205	11	0.17	−0.0046	20	0.31	−0.0020
	135—137	24	0.10	−0.0038	32	0.00	−0.0015	17	0.27	−0.0018
	136—138	16	0.68	−0.0015	58	0.14	−0.0007	8	2.32	0.0054
	137—139	9	7.80*	0.0202	54	5.01*	0.0030	5	0.50	−0.0037
	138—140	8	5.84*	0.0161	27	0.00	−0.0018			
29—30	131—133				7	47.40**	0.2370			
	132—134	14	0.00	−0.0019	18	0.03	−0.0018	5	0.09	−0.0106
	133—135	26	0.07	−0.0023	20	0.01	−0.0012	12	1.57	0.0022
	134—136	29	1.75	0.0021	32	0.65	−0.0008	50	1.66	0.0007
	135—137	28	0.12	−0.0026	45	3.24	0.0026	63	1.87	0.0006
	136—138	20	3.23	0.0102	49	0.48	−0.0004	33	1.44	0.0008
	137—139	8	0.49	−0.0078	35	0.13	−0.0014	10	0.57	−0.0061
	138—140	8	1.48	0.0066	10	1.53	0.0030			
30—31	131—133				5	33.14**	0.2102			
	132—134	13	1.07	0.0004	6	4.35	0.0166			
	133—135	15	0.09	−0.0038	6	1.65	0.0057			
	134—136	11	0.38	−0.0043	4	0.25	−0.0086	23	6.53*	0.0065
	135—137	17	0.77	−0.0014				18	1.89	0.0023
	136—138	15	0.11	−0.0130				4	1.13	0.0027
	137—139	5	1.32	0.0152						
	138—140	10	7.79*	0.0425						
31—32	132—134				9	0.00	−0.0226			
	133—135	11	8.37*	0.0493						
	134—136	15	0.29	−0.0058						
	135—137	26	13.65**	0.0348	8	2.45	0.0062			
32—33	133—135	12	1,73	0.0064	13	0.20	−0.0018			
	134—136	15	0.17	−0.0039	14	0.96	−0.0001			
	135—137							13	0.08	−0.0021
	138—140				6	2.95	0.0207			
33—34	135—137							35	2.00	0.0000
	136—138	8	18.40**	0.3840						
	137—139	14	1.78	0.0184						
	138—140	14	0.28	−0.0246	4	7.10	0.1799			

* ; significant at 5% level.

** ; significant at 1% level.

N_2 are degree of freedom corresponding to the number of trips in the same unit area. As degree of feedom corresponding to the number of unit area are constantly 1, these are not inserted in this table.

b. where the unit areas are arranged in north-south direction.

lat. (N)	longi. (E)	1954−season			1955−season			1956−season		
		N_2	F	σ_1^2	N_2	F	σ_1^2	N_2	F	σ_1^2
27−29°	130−131				7	3.37	0.0089	8	0.39	−0.0025
	131−132	2	0.06	−0.0340	9	0.45	−0.0037	16	0.44	−0.0030
	132−133							12	0.09	−0.0031
	133−134							8	0.00	−0.0024
	134−135							9	0.11	−0.0164
	135−136	19	0.14	−0.0042						
	136−137	26	1.22	0.0004	24	1.22	0.0027			
	137−138	10	3.10	0.0099						
	138−139	8	1.20	0.0003	20	0.06	−0.0095			
	139−140	7	0.71	−0.0007	12	0.09	−0.0051			
28−30	130−131							3	81.41**	0.5060
	131−132				5	29.32**	0.2744			
	132−133				14	0.46	−0.0034	11	0.57	−0.0022
	133−134	14	1.16	0.0006	15	1.56	0.0014	6	0.79	−0.0005
	134−135	17	0.10	−0.0128	10	2.05	0.0035	19	0.44	−0.0015
	135−136	24	0.73	−0.0012	33	1.54	0.0010	51	1.38	0.0004
	136−137	28	3.50	0.0068	44	0.06	−0.0010	29	0.86	−0.0003
	137−138	8	0.75	−0.0021	63	0.64	−0.0002	12	0.00	−0.0042
	138−139	9	3.84	0.0186	26	0.52	−0.0007	3	0.73	−0.0084
	139−140	7	1.29	0.0018	11	0.40	−0.0069			
29−31	131−132				2	0.21	−0.0049			
	132−133	9	0.28	−0.0028	10	0.03	−0.0036			
	133−134	18	0.83	−0.0005	14	7.71*	0.0181			
	134−135	23	1.84	0.0030	10	0.20	−0.0028	19	1.28	0.0005
	135−136	17	0.70	−0.0017	26	1.46	0.0044	54	0.00	−0.0008
	136−137	28	4.13	0.0097				27	0.27	−0.0033
	137−138	7	2.35	0.0221	30	5.15*	0.0161	10	2.30	0.0161
	138−139	6	0.06	−0.0167						
	139−140	12	2.52	0.0075	7	0.23	0.0067			
30−32	132−133				6	1.83	0.0106			
	133−134	16	0.98	−0.0001	9	0.00	−0.0191			
	134−135	10	8.67*	0.0674						
	135−136	16	5.46*	0.0250	5	2.46	0.0093			
	136−137	27	30.49**	0.0872						
	139−140	8	34.11**	0.4285	5	0.11	−0.0104			
31−33	133−134	10	13.01**	0.1145	17	22.29**	0.1157			
	134−135	13	9.81**	0.0511						
	135−136	17	10.23**	0.0604	14	9.77**	0.0519			
	139−140				5	0.21	−0.0088			
32−34	135−136							18	13.05**	0.0031
	136−137							30	7.79**	0.0016
	137−138	8	17.18**	0.4173						
	138−139				4	1.03	0.0007			
	139−140				6	17.68**	0.2112			

づれも σ_1^2 の推定値が合せ示されている。第３表の a 及び b によると，有意な σ_1^2 のあらわれ方，即ち不連続線のあらわれ方には，かなりはっきりした傾向が指摘出来る。即ち，

1）南北方向の不連続線は，島嶼周辺にあらわれるものが多い。

2）東西方向の不連続線は，31°〜33°Nにあらわれるものが多い。

3）1)，2) 以外の場所にもときに有意なFがあらわれるが，このような場合の σ_1^2 の推定値は比較的小さい。

これをまとめてみると，第４表のようになる。1) の島嶼附近にあらわれる不連続線についてみると，伊豆，小笠原周辺海区とは別に，薩南諸島海域をも考慮に入れる必要があることが示されている。薩南諸島で

Table 4. Locality and direction of the border line by which radical change of the catch occured.

division of the sea area.	season	locality lat.	locality longi.	F	σ_1^2	direction of the border line
division - (1); Adjacent area of islands.	1954	28−29	138	7.80*	0.0202	south-north
	〃	〃	139	5.84*	0.0161	
	〃	30−31	〃	7.79*	0.0425	
	1955	28−29	138	5.01*	0.0030	
	〃	29−30	132	47.40**	0.2370	
	〃	30−31	〃	33.14**	0.2102	
	1955	29	131−132	29.32**	0.2744	east-west
	1956	29	130−131	81.41**	0.5060	
division - (2); Area between 31°N and 33°N	1954	31−32	134	8.37*	0.0493	south-north
	〃	〃	136	13.65**	0.0348	
	〃	33−34	137	18.40**	0.3840	
	〃	31	134−135	8.67*	0.0674	east-west
	〃	〃	135−136	5.46*	0.0250	
	〃	〃	136−137	30.49**	0.0872	
	〃	〃	139−140	34.11**	0.4285	
	〃	32	133−134	13.01**	0.1145	
	〃	〃	134−135	9.81**	0.0511	
	〃	〃	135−136	10.23**	0.0604	
	〃	53	137−138	17.18**	0.4173	
	1955	32	133−134	22.29**	0.1157	
	〃	〃	135−136	9.77**	0.0519	
	〃	33	139−140	17.68**	0.2112	
	1956	〃	135−136	13.05**	0.0031	
	〃	〃	136−137	7.79**	0.0016	
division - (3); Area that not come under division (1) and (2).	1954	27−28	137	9.14*	0.0109	south-north
	1956	30−31	135	6.53*	0.0065	
	1955	30	133−134	7.71*	0.0181	east-west
	〃	〃	137−138	5.15*	0.0161	

はビンナガの釣1000本当り漁獲は非常に低く，これが不連続線のあらわれる原因となっている。伊豆，小笠原諸島周辺では，釣1000本当り漁獲はそれ以西の海域より高い場合が多く，薩南海域とは逆の傾向を示す。したがってこの２つの島嶼周辺海区は，全く性質の異った海区とみなすべきであろう。薩南諸島に沿った海域は，むしろ次に述べる黒潮本流域の一部とみなすべきであると考える。2）の 31°〜33°N 間にあらわれる不連続線はすでに述べたメバチ，サメ類を主対象とする比較的北よりのビンナガの漁獲の少い海域と，ビンナガを主対象にする南よりの海域との境界にあたると思われる。1956年では30°〜32°Nの間での操業資料がないが，これはこの海域が両漁場の境界にあたり，漁況が不安定で漁船の操業がなかったためと考えられる。3）の場合は一般に σ_1^2 の値そのものが小さい。漁況の境界線としての意味はむしろ小さいものと考えられる。

以上のようにみてくると不連続線として重要な意味をもつのは 1）と 2）の場合であって，この結果紀南海域は ① 伊豆，小笠原海区，②,① の部分を除いた31°〜32°N以北の海区と薩南諸島海区，③,① の部分を除いた 31°〜32°N以南の海区に分割されることになる。この結果は σ_w^2 についてみられた海区区分と大体一致している。

ここで負の二項分布の parameter λ について検討してみよう。第５表は操業回数５回以上を含む１° 平方の海域について $\frac{y^2}{V(y)-\bar{y}}$ で計算した λ を示す。31°〜32°N 附近を境にして，その北側では λ＜1の場合が多く，以南では λ＞1となっている。

Table 5. Statistical values computed

locality		1954−season						1955−		
lat.	longi.	m	$\bar{y}$	V(y)	$\frac{V(y)}{\bar{y}}$	$C.V=\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$	$\lambda=\frac{\bar{y}^2}{V(y)-\bar{y}}$	m	$\bar{y}$	V(y)
26−27	136−137	19	22.32	87.58	3.92	0.42	7.63			
27−28	130−131	11	35.45	334.25	9.47	0.52	4.21	23	10.61	24.15
	131−132							30	11.60	54.51
	132−133									
	133−134									
	134−135	6	18.17	89.81	5.49	0.52	4.61			
	135−136	29	18.07	79.44	4.39	0.49	5.32			
	136−137	56	14.52	68.50	4.74	0.57	3.91	7	9.43	62.53
	137−138	34	20.32	122.22	6.02	0.54	4.05			
	138−139							12	16.00	68.17
	139−140	23	19.26	105.32	5.47	0.53	4.31	22	22.64	158.14
28−29	130−131							12	15.17	80.31
	131−132	7	27.00	156.57	5.81	0.46	5.64	29	13.45	70.94
	132−133							29	10.90	50.16
	133−134	16	19.38	218.73	11.29	0.76	1.88	18	13.56	35.58
	134−135	8	19.38	156.73	8.10	0.65	2.73	16	13.88	70.36
	135−136	45	17.60	133.00	7.56	0.66	2.68	51	16.41	77.89
	136−187	57	16.40	112.17	6.86	0.65	2.81	109	16.66	64.96
	137−138	26	13.54	63.09	4.66	0.59	3.70	147	18.05	98.66
	138−139	33	22.82	195.97	8.58	0.61	3.01	77	22.09	184.91
	139−140	13	17.69	132.37	7.49	0.65	2.73	55	22.96	274.22
29−30	131−132							11	2.27	7.47
	132−133	33	16.88	86.53	5.14	0.55	4.09	24	12.04	28.87
	133−134	39	14.82	47.89	3.22	0.47	6.64	41	11.71	30.21
	134−135	64	18.34	127.88	6.97	0.62	3.07	35	12.54	33.16
	135−136	56	13.48	66.43	4.92	0.60	3.43	98	14.46	72.66
	136−137	60	12.83	96.84	7.52	0.77	1.96	103	17.20	77.02
	137−138	32	16.88	170.86	10.59	0.77	1.85	150	19.49	123.10
	138−139	18	17.83	365.36	20.51	1.07	0.91	37	20.78	216.49
	139−140	29	25.00	353.31	14.09	0.75	1.90	10	29.50	402.25
30−31	131−132							8	3.25	14.69
	132−133	19	19.74	130.93	6.64	0.58	3.50	23	11.39	69.63
	133−134	58	14.47	75.56	5.21	0.60	3.43	14	6.93	29.21
	134−135	34	14.15	74.42	5.27	0.61	3.32	16	10.50	75.75
	135−136	38	10.87	35.75	3.45	0.55	4.75	13	8.77	28.79
	136−137	59	9.42	68.96	7.31	0.88	1.49	9	13.00	33.56
	137−138	14	7.29	65.49	4.77	1.11	0.91	14	12.21	60.88
	138−139	16	19.00	252.63	13.29	0.84	1.55			
	139−140	29	34.59	479.62	13.81	0.63	2.69	20	33.15	528.33
31−32	132−133							13	7.23	42.64
	133−134	28	12.14	87.62	7.21	0.77	1.95	23	8.43	39.12
	134−135	19	6.89	27.57	4.02	0.76	2.30	6	4.00	18.33
	135−136	48	6.02	32.44	5.39	0.95	1.37	11	6.09	23.36
	136−137	52	2.31	19.17	8.30	1.90	0.32	26	3.69	17.21
	137−138	8	1.25	5.19	4.50	1.82	0.40			
	138−139	10	19.20	460.74	24.40	1.12	0.83			
	139−140	9	9.00	108.44	12.04	1.16	0.81	12	24.00	495.83
32−33	133−134	9	2.44	11.58	4.75	1.39	0.65	43	1.42	7.50
	134−135	48	1.17	16.31	19.93	3.45	0.09	22	0.59	1.61
	135−136	16	1.75	14.31	8.18	2.16	0.24	37	2.43	26.79
	136−137	10	2.60	23.04	8.89	1.85	0.33			
	138−139							11	17.82	219.79
	139−140							18	29.78	403.51
33−34	135−136									
	136−137	6	1.33	3.56	2.68	1.42	0.79			
	137−138	30	28.40	442.64	15.59	0.74	1.95			
	138−139	26	20.19	537.08	26.55	1.15	0.79	11	27.27	388.20
	139−140	29	23.59	480.98	20.70	0.93	1.22	12	22.92	1010.91

m: sample size (number of

$\bar{y}$: mean value of catch

V(y): varince of catch per

on catch per 1000 hooks.

season			1956−season					
$\frac{V(y)}{\bar{y}}$	$C.V=\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$	$\lambda=\frac{\bar{y}^2}{V(y)-\bar{y}}$	m	$\bar{y}$	V(y)	$\frac{V(y)}{\bar{y}}$	$C.V=\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$	$\lambda=\frac{\bar{y}^2}{V(y)-\bar{y}}$
2.27	0.46	8.31	46	17.50	68.08	3.89	0.47	6.05
4.71	0.64	3.14	42	17.52	77.06	4.40	0.50	5.16
			27	19.41	92.02	4.74	0.49	5.19
			17	14.35	44.35	3.09	0.46	6.86
6.62	0.84	1.67						
4.27	0.52	4.91						
7.00	0.56	3.78						
5.30	0.59	3.53	10	20.40	67.44	3.31	0.40	8.85
5.27	0.63	3.15	31	15.23	52.76	3.46	0.48	6.18
4.60	0.65	3.03	34	16.71	68.27	4.09	0.49	5.43
2.62	0.44	8.35	23	12.83	15.27	1.19	0.30	67.46
5.07	0.60	3.41	36	13.61	89.02	6.54	0.69	2.46
4.75	0.54	4.38	52	12.65	35.00	2.77	0.47	7.16
3.90	0.48	5.75	24	13.88	74.69	5.38	0.62	3.17
5.47	0.55	4.05	24	17.00	95.67	5.63	0.58	3.67
8.37	0.62	3.00	25	21.40	191.60	8.95	0.65	2.69
11.94	0.72	2.10						
3.29	1.20	0.99						
2.40	0.45	8.61	16	14.75	60.44	4.10	0.53	4.76
2.68	0.47	7.41	10	13.30	48.41	3.64	0.52	5.04
2.64	0.46	7.63	56	11.91	41.12	3.45	0.54	4.86
5.02	0.59	3.59	218	14.50	58.08	4.01	0.53	4.82
4.48	0.51	4.95	107	15.99	109.88	6.87	0.66	2.72
6.32	0.57	3.67	34	19.91	142.26	7.15	0.60	3.24
10.42	0.71	2.21	7	13.71	98.49	7.18	0.72	2.22
13.64	0.68	2.33	7	9.00	22.57	2.51	0.53	5.97
4.52	1.18	0.92						
6.11	0.73	2.23						
4.22	0.78	2.16	6	8.83	20.47	2.32	0.51	6.70
7.21	0.83	1.69	35	10.37	29.89	2.88	0.53	5.51
3.28	0.61	3.84	61	14.07	44.78	3.18	0.48	6.45
2.58	0.45	7.17	19	19.00	217.68	11.46	0.78	1.82
4.99	0.64	3.06	8	15.38	60.98	3.96	0.51	5.19
15.94	0.69	2.22						
5.90	0.90	1.48						
4.64	0.74	2.32						
4.58	1.07	1.12						
3.84	0.79	2.15						
4.66	1.13	1.01						
20.66	0.93	1.22						
5.28	1.93	0.33	10	0.70	4.41	6.30	3.00	0.13
2.73	2.15	0.34						
11.02	2.13	0.24	12	0.33	3.89	11.79	5.98	0.03
			32	0.44	9.96	22.64	7.17	0.02
12.33	0.83	1.57						
13.55	0.67	2.37						
			94	0.0106	0.0105	0.99	9.67	−1.10
			96	0.0104	0.0103	0.99	9.76	−1.06
14.24	0.72	2.06						
44.11	1.39	0.53						

long-line operation.)
per 1000 hooks.
1000 hooks.

以上合せ考えてみると，紀南海域の31°～32°Nを中心にあらわれる不連続線は，この海域を根本的に二大別する性質のものであることがわかる。これは黒潮本流部と，その南側の渦流や反流の多く発達する部分との境界に相当するようである。特殊な島嶼周辺海区の存在を考慮すると，この不連続線は比較的東の方，伊豆諸島海区では北上し，西の方薩南諸島海区では南下する傾向があることがみとめられ，この海域における黒潮本流部の流向とよく一致する。

iii）以上紀南海域は根本的には，2箇のブロックに分けられること，そして夫々のブロックの内部では σ_w^2 はかなり均一であることをみてきた。この2つの漁況の型は140°E以東の海域でも非常にひろくあらわれる可能性がある。ここではこの2つの漁況型の比較をもう少しすすめて，夫々の型に対応するブロック設定の手がかりを吟味してみた。

2つのブロックの間には，σ_w^2 のみならず σ_b^2 にも相違がみられる。ただし σ_b^2 は σ_w^2 に比べて，元来 variable なものであり，ブロックの特徴は σ_w^2 の場合程顕著ではない。したがって漁場区分の手がかりとしては適当と思われないが，しかしブロックB（黒潮本流部）における値がブロックAのそれより大きくなるという傾向は認められる．σ_w^2 が黒潮本流部で大きいことも考え合せると，漁獲尾数を $\log(y+\lambda/2)$ で変換した時の $\sigma_{\bar{x}}^2$ が大きくなることは，本流部における漁況の一つの特徴ということが出来る。

2つの漁況型の差が変数変換前の値から指摘されるならば，漁場をブロック分けするための操作はかなり簡単になる。本流型の漁況には転換前の値で

1）　$\dfrac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$ が大きい

2）　λ が小さい

という特徴がみとめられる。第2図と第3図には夫々 $\bar{y}$ と λ，$\bar{y}$ と $\dfrac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$ の関係を示してある。○印は31°N以北の海域における値である。（y，λ）点及び（y，$\dfrac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$）点のいづれの分布にも，夫々海

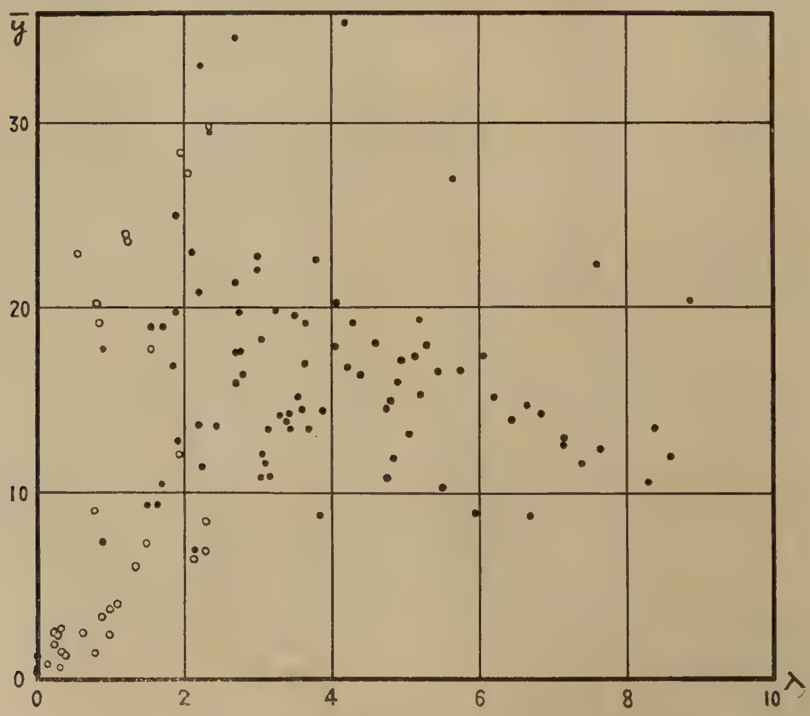


Fig. 2　The relationship between mean value ($\bar{y}$) and parameter-λ.

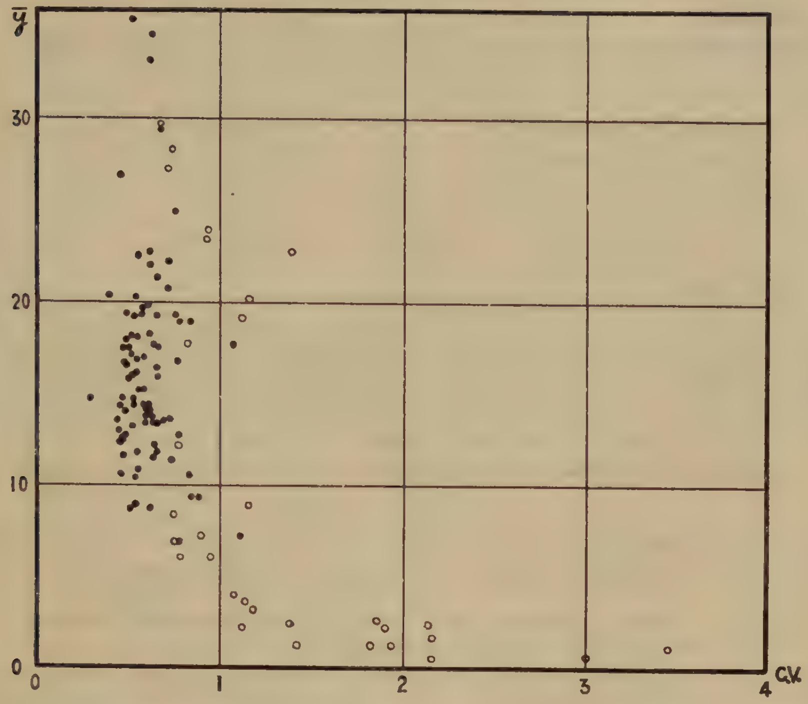


Fig. 3. The relationship between mean value ($\bar{y}$) and coefficient of variation ($\sqrt{V(y)}/\bar{y}$)

域的な特徴がみとめられるけれども，ブロック分けの手がかりとしては，λ の方がすぐれていると思われる。というのは$\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$についてみると

① ($\bar{y}$, $\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$) 点の分布にブロックの特徴はみとめられるが，そのズレは顕著でない。

② $\bar{y}$ と$\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$との間にはかなり明瞭な反比例的な関係が存在していて$\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$の値には，地域的な特性よりも $\bar{y}$ 自体の大きさの影響が大きくあらわれている。

からである。殊に②の関係は顕著で$\frac{\sqrt{V(y)}}{\bar{y}}$を手がかりに漁場区分を行なおうとする場合は，常に $\bar{y}$ との回帰関係を考慮しつつ行わねばならないことになる。これに比べると $\bar{y}$ と λ の間には，上のような関係はみとめられず，夫々のブロックには夫々固有の λ が存在すると考えられる。ことに λ<1 というような値は本流部のみでみとめられるもので，これはブロック分けにあたって有効な目安になると考えられる。

〔2〕 階層の大きさと σ_1^2 の関係 …… σ_1^2 の効果

i) 以上，σ_w^2 の適応範囲を検討してきた結果，紀南海域を黒潮本流部（ブロックB）とその南側の反流部（ブロックA）の二箇のブロックに分割すると，すくなくともブロックAの内部では σ_w^2 はほぼ一定に保たれることがわかった。或るブロック内の或る階層(2°平方より大きい）の単位努力当り，漁獲尾数の平均値 $\bar{x}_i$ の標準誤差 $\sigma_{\bar{x}_i}$ は次式で示される。

$$\sigma_{\bar{x}_i}^2 = \frac{\sigma_{w_i}^2}{m_i k_{1_i}} + \frac{\sigma_{b_i}^2}{m_i} \quad \cdots\cdots〔3〕$$

k_1 は1航海当り操業回数の代表値

m は航海数

或る階層が数箇の単位海域からなるときには〔3〕式の $\sigma_{b_i}{}^2$ は次式のように書きかえられる。

$$\sigma_{b_i}{}^2 = \sigma_{r_i}{}^2 + k_{4_i}\ \sigma_{l_i}{}^2 \quad \cdots\cdots〔4〕$$

$\sigma_l{}^2$ は単位海区間* の平均値の分散

k_4 は1単位海区* 当り航海数の代表値

したがって〔3〕式は次のようにも書かれる。

$$\sigma_{\bar{x}}{}^2 = \frac{\sigma_{w_i}{}^2}{k_{1_i}\ k_{4_i}\ l_i} + \frac{\sigma_{r_i}{}^2}{k_{4_i}\ l_i} + \frac{\sigma_{l_i}{}^2}{l_i} \quad \cdots\cdots〔5〕$$

l は i 番階層の中に含まれる資料の得られた単位海区* 数

〔5〕式で $\sigma_{w_i}{}^2$ は或るブロック内では一定，$\sigma_{r_i}{}^2$ は階層の大きさに無関係な成分とすると，階層分けの有効度は $\sigma_{l_i}{}^2$ の有意性のテストによって，吟味することが出来る。このテストで階層の大きさを（2°×2°）からはじめて（2°×4°），（4°×4°）**，（4°×8°）** と順次大きくし，夫々の大きさの階層に対応する $\sigma_l{}^2$ がどのように変化するかをしらべて，階層の大きさを決定することが出来る。ここでは $\sigma_r{}^2$ は対応のない変量型因子，$\sigma_l{}^2$ は対応のある変量型因子[3] として，ブロックAにおける資料をとり扱ってみた。

① 先づ色々の大きさの階層に対する $\sigma_l{}^2$ の有意性からみてみよう。2°×2° の場合，Fの有意なものは殆んどあらわれない（第6表）。2°×4° ではやや有意なものが増加し（第7表）4°×4° の程度の

Table 6. Test of significance of the factors causing variance between 4 unit areas which is 1° square of the sea.

lat.	longi.	1954−season			1955−season			1956−season		
		N_2	F	$\sigma_l{}^2$	N_2	F	$\sigma_l{}^2$	N_2	F	$\sigma_l{}^2$
27−29	130−132							24	0.48	
	131−133							28	0.42	−0.0026
	132−134							20	1.01	0.0000
	133−135							17	0.15	−0.0049
	135−137	45	0.44	−0.0016						
	136−138	36	2.12	0.0028						
	137−139	18	3.48*	0.0072						
	138−140	15	3.25	0.0051	32	0.07				
28−30	131−133				19	10.14**	0.0657			
	132−134				29	0.94	−0.0002	17	0.51	−0.0021
	133−135	31	0.29	−0.0036	25	1.27	0.0006	25	0.47	−0.0018
	134−136	41	0.66	−0.0017	43	1.17	0.0004	69	0.79	−0.0003
	135−137	52	1.27	0.0009	77	1.47	0.0006	80	1.49	0.0005
	136−138	36	1.50	0.0022	107	0.40	−0.0005	41	1.22	0.0006
	137−139	17	1.64	0.0046	89	1.65	0.0005	15	0.54	−0.0034
	138−140	16	1.59		37	0.44				
29−31	131−133				12	27.21**	0.1344			
	132−134	27	0.71	−0.0009	24	2.28	0.0034			
	133−135	41	0.98	−0.0001	24	2.37	0.0035			
	134−136	40	1.52	0.0021	36	0.91	−0.0004	73	2.54	0.0016
	135−137	45	2.03	0.0041				81	1.10	0.0001
	136−138	35	3.86*	0.0158				37	0.98	−0.0001
	137−139	13	0.80	−0.0031						
	138−140	18	3.08							

* ここでは1° 平方のひろがりをもった海区を採用している。

** 階層の大きさがこの程度になると，この中に含まれる夫々16箇及び32箇のすべての1° マス目から操業資料が得られるとは限らない。この場合でも資料の得られた単位海区が階層のいづれか一方に極端にかたよっているということがなければ，一応夫々16箇及び32箇のすべてに資料が分布している場合と同じ大きさの分散をあたえるとの仮定のもとに $\sigma_b{}^2$ が計算されている。

lat.	longi.	1954−season			1955−season			1956−season		
		N_2	F	σ_1^2	N_2	F	σ_1^2	N_2	F	σ_1^2
30−32	132−134				15	0.75				
	133−135	26	4.18*							
	134−136	26	5.11**							
	135−137	43	12.91**							
31−33	133−135	23	25.83**							
	134−136	30	11.17**							
32−34	135−137							48	5.73**	
	138−140				10	5.37*				

N_2 are degree of freedom corresponding to the number of trips in the same unit area. As the degree of freedom corresponding to the number of unit area are constantly 3, these are not inserted in this table.

Table 7. Test of significance of the factors causing variance between 8 unit areas which is 1° square of the sea.

season	lacality		N_2	F	σ_1^2
	lat.	longi.			
1954	27−29	135−139	63	1.74	0.0024
		136−140	51	2.38*	
	28−30	133−137	83	1.05	0.0002
		134−138	77	0.95	−0.0003
		135−139	69	1.77	0.0037
		136−140	52	2.13	
	29−31	132−136	67	1.11	0.0004
		133−137	86	2.65**	0.0057
		134−138	75	2.76*	0.0079
		135−139	58	1.87	0.0056
		136−140	53	6.34**	
	30−32	133−137	69	12.23**	
1955	28−30	131−135	44	8.52**	
		132−136	72	1.70	0.0020
		133−137	102	1.91	0.0016
		134−138	150	2.07	0.0012
		135−139	166	2.50*	0.0015
		136−140	144	1.56	
	29−31	131−135	36	16.93**	
		132−136	60	1.64	0.0021
1956	27−29	130−134	44	0.57	
		131−135	45	0.42	−0.0033
	28−30	132−136	87	0.78	−0.0005
		133−137	105	0.91	−0.0002
		134−138	111	2.07	0.0017
		135−139	95	2.67*	0.0032
	29−31	134−138	110	2.82**	0.0027

N_2 are the degree of freedom according to the number of trips in the same unit area. Degree of freedom according to the number of unit area are constantly 7 in this case, and not inserted in the table.

大きさになると，σ_1^2 の大きさも顕著になってくるようである。しかし，この時でも，135°E以西の海域では σ_1^2 の効果は無視出来るようでFが有意になるのは，135°E以東の海域に於いてである。4°×8°の場合はいづれの場合も有意である（第8表）。結局，階層が大きくなるにつれて漸次 σ_1^2 も有意になってくることがわかる。

Table 8. The test of the significance of σ_l^2 and

lat.	longi.	season	degrees of freedom			sum. of squares		
			within trip	between trips in the same unit area.	between unit area.	within trip	between trips in the same unit area.	between unit area.
27－31	131－135	1954	165	57	9	6.8149	6.0329	1.9114
		1955	140	56	10	6.7191	4.8575	0.8308
		1956	196	69	11	5.4688	6.8492	1.1873
〃	135－139	1954	308	121	15	13.5742	15.3899	6.0991
		1955	511	172	11	21.1066	14.7457	2.3304
		1956	393	114	10	12.4686	9.3827	1.8359
〃	131－139	1954	473	178	25	20.3891	21.4228	8.3745
		1955	651	228	22	27.8257	19.6032	6.9099
		1956	589	183	22	17.9374	16.2319	3.1301

(1) σ_w^2
(2) $\sigma_w^2+k_1\sigma_r^2$
(3) $\sigma_w^2+k_1\sigma_r^2+k_2\sigma_l^2$
(4) $\sigma_w^2+k_1\sigma_b^2$
(5) $\dfrac{(\sigma_w^2+k_1\sigma_r^2)}{(\sigma_w^2+k_1\sigma_r^2+k_2\sigma_l^2)}$
(6) average number of operations
(7) average number of operations
(8) factors causing variance between
(9) factors causing variance between
(10) factors causing variance between

ii) 次に σ_l^2 の大きさに起因する $\sigma_{\bar{x}}^2$ の増加分は σ_l^2/n であるので，種々の大きさの階層に対応するこの値を吟味してみた。上述のように σ_l^2 は階層が大きくなるにつれて増大する傾向はあるが，第9表に示すように，σ_l^2/n はいづれの n に対しても（階層の大きさが変っても）ほぼ一定した値を示している。結局階層の拡大に伴う σ_l^2 の増加の効果は標本数の増加のそれによってほぼ相殺されることになる。したがって少くともブロックAでは，このブロックを更に細分して階層に分ける必要はなく，その内部で得られる資料を一括して扱っても $\sigma_{\bar{x}}^2$ には影響はないことになる。

Table 9. Relationship between scale of stratum and σ_l^2.

season ＼ number of unit area.	2×2	2×4	4×4	4×8
1954	0.0025	0.0032	0.0075	0.0084
1955	0.0009	0.0017	0.0011	0.0061
1956	－0.0010	0.0006	0.0015	0.0016
M	0.0008	0.0018	0.0030	0.0054 (1)
l/4	1	2	4	8 (2)
4M/l	0.0008	0.0009	0.00075	0.00068
4M/(l×0.0008)	1	1.125	0.938	0.844

(1) mean value of σ_l^2 during 3 fishing season.
(2) (numfer of unit area)÷4

the estimate of factors causing variance of catch.

mean square				F	k_1	k_2	σ_r^2	σ_1^2	σ_b^2
within trip	between trips in the same unit area.	between unit area.	between trip in all unit area.						
0.0413	0.1058	0.2124		2.01	3.44	21.86	0.0188	0.0049	
0.0480	0.0867	0.0831		0.96	3.08	18.44	0.0126	−0.0001	
0.0279	0.0993	0.1079		1.09	3.41	22.56	0.0209	0.0004	
0.0441	0.1272	0.4066		3.20**	3.24	27.27	0.0256	0.0102	
0.0413	0.0857	0.2119		2.47**	3.77	54.62	0.0118	0.0023	
0.0317	0.0823	0.1836		2.23*	4.13	40.08	0.0123	0.0025	
0.0431	0.1204	0.3350	0.1468	2.78**	3.31	25.65	0.0234	0.0084	0.0313
0.0427	0.0860	0.3141	0.1061	3.65**	3.59	37.46	0.0121	0.0061	0.0177
0.0305	0.0887	0.1423	0.0944	1.60	3.85	33.01	0.0151	0.0016	0.0166
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

per 1 trip.
per 1 unit area.
trips in the same unit area.
unit area.
trips in the all unit area.

iii）階層の大きさが小さい場合に海域効果 σ_1^2 に負の計算値がしばしばあらわれているが，これらは $\sigma_1^2 \fallingdotseq 0$ であることを意味するものであろう。おそらくマグロ延縄漁場は階層をかなり小さくとっても，その内部の漁獲変動は他の変動要因* の影響で小さくならないかわりに，このような性質をもった海域がかなりのひろがりをもって連続するというような構造をもったものであろう。したがって階層が小さすぎると階層の構造の近似はますます大きくなって負の推定値もより生じやすくなるものと考えられる。結局2°×2°，1カ月,或いは1°×2°,1カ月というような大きさの階層を設定することは，結果的には，海域については過度に，漁期その他の変動要因については不充分な層化，いわばアンバランスな層化を行ったことになる。もし労力がゆるすなら,先述したように漁期の長さを更に細分するとか,さもなくば階層をもっと大きく拡張するのがこの場合の適当な処置と考えられる。

ここで σ_1^2 をとり上げて吟味したのは，σ_x^2 が海域の拡大に伴って，どの程度増加するかをみるためであった。その結果，ブロックAについてはこれ以上階層分けする必要はないものと考えられる。

* 1つの階層内での漁獲変動は以下にのべるような場合に大きくなるものと思われる。
1） 階層内での漁況が1カ月以内でも著しく変化する場合（漁期の効果はかなり著しい[1]）
2） 操業記録の不備によって航海平均が極端に他と異るものが含まれている場合
 i）つけ落し（小さくなる）……殊に或る size 以下の漁獲魚が全く記入されてない場合がある。
 ii）シャチマワシ（大きくなったり，小さくなったりする）
 iii）竿釣りや曳縄漁獲物の混入（大きくなる）
3） 操業形態の異る航海が混入している場合
 メバチやメカジキを主目的とする漁船では，ビンナガを主目的とする船と非常に接近したところで操業し，たとえ同一単位海区内に入る場合でも，その投縄点の選択や漁具の構造は著しく異る場合が多い。

iv）次に1954～1956年の間にこの海域にあらわれた魚群量を〔1〕式で示してみよう。この場合ブロックBの内部も，一応更に小階層分けする必要はないものと仮定する。したがって階層数はブロックAと，ブロックBの2箇になる。又標準誤差の推定には〔2〕式を用いる。各ブロックの σ_w^2, σ_b^2 （ブロックAの値は第8表のそれと同じ）の値は第10表に示す。又131°E以西，及び139°E以東の島嶼周辺海域は一応除外してある。したがってブロックAに含まれる1°平方の単位海区数は40箇，ブロックBに含まれる1°平方の単位海区数は約20箇となる。各年の魚群量指数*，及びその信頼区間は第11表のようになり，1956年2月に紀南海区にあったビンナガの魚群量は，前2年度のそれより少なかったとみることが出来る。

Table 10. Computation of the 95% fiducial limits of the block means.

block	season	m	k_1	$m \times k_1$	σ_w^2	σ_b^2	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	95% fiducial interval		
									upper limit	mean	lower limit
A	1954	204	3.31	675.24	0.0431	0.0313	0.000217	0.0147	1.23	1.20	1.17
	1955	251	3.59	901.09	0.0427	0.0177	0.000118	0.0109	1.23	1.21	1.19
	1956	206	3.85	793.10	0.0305	0.0166	0.000119	0.0109	1.21	1.19	1.17
B	1954	81	2.97	240.57	0.0671	0.1458	0.002079	0.0456	0.85	0.76	0.67
	1955	53	2.97	157.41	0.0564	0.1077	0.002390	0.0489	0.77	0.67	0.57
	1956	54	3.90	210.60	0.0019	0.0020	0.000046	0.0068	0.32	0.31	0.30
		(1)	(2)						(3)	(3)	(3)

(1) number of fishing trips.
(2) average number of long-line operations per 1 fishing trip.
(3) transformed value by equation $x=\log(y+2)$, where y are catch per 1000 hooks.

Table 11. Inference of the abundance of fish population index S.
(Index S are given by equation [1].)

season	95% fibucial limits of index S.		
	upper limit	mean	lower limit
1954	66.20	93.20	60.20
1955	64.60	61.80	59.00
1956	54.80	53.80	52.80

〔3〕今後の問題

ここで行った検討の結果，少くとも紀南海域では σ_w^2 の適応範囲がかなりひろいことがわかった。この結果〔1〕式による魚群量推定は，割合簡単な計算で行い得ることになる。北太平洋に分布するビンナガは単一の資源と考えられる見透しが大きい。このような見地からすれば〔1〕式による魚群量の推定は，北米太平洋岸のビンナガを含め，北太平洋全般までおしすすめられる要がある。

すでにふれたように σ_w^2 と λ の間には密接な関係がある。したがって海況を考慮しつつ λ を手がかりに北太平洋流域を σ_w^2 に関していくつかのブロックに分割することはおそらく可能であろう。この研究の今後の目標は先づ北太平洋流全域をブロックに分割することにあると考えられる。

* 変数変換後の単位で示してある。

文　　献

1) 須田　明；マグロ延縄操業の資料から魚群量を推定するこころみ－I　南水研報告 No. 7 1953
2) Anscombe F. J. ; The statistical analyses of Insect counts based on the negative binomial distribution, Biometrics 5－2 (p. p 165～173) 1949
3) 石川　馨；実験計画法における構造模型の問題　日本科学技術連盟編 1956

Table 1. Statistical values

lat.	longi.	1954-season					
		$n=\sum_{1}^{m} n_i$	m	$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$	$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} (x_{ij})^2$	$\sum_{i=1}^{m} \frac{(\sum x_{ij})^2}{n_i}$	$\frac{(\sum\sum x_{ij})^2}{mn}$
26-27	135-136						
	136-137	18	5	24.54	34.0442	33.5417	33.4562
27-28	130-131						
	131-132	8	2	12.33	19.3675	19.0050	19.0036
	132-133						
	133-134						
	134-135						
	135-136	27	9	33.83	43.3925	42.9889	42.3877
	136-137	50	14	58.99	71.4947	70.1767	69.5964
	137-138	26	8	34.74	47.2936	46.7521	46.4179
	138-139	6	3	7.93	10.5061	10.4992	10.4808
	139-140	23	6	29.04	38.3712	36.7991	36.6661
28-29	130-131						
	131-132	6	2	8.85	13.2179	13.0808	13.0537
	132-133						
	133-134	12	5	15.68	21.3382	20.8812	20.4885
	134-135	5	2	6.43	8.6779	8.5512	8.2689
	135-136	30	12	36.49	47.3393	46.4214	44.3840
	136-137	40	14	49.81	64.4671	63.4807	62.0259
	137-138	19	4	22.14	26.7850	26.2918	25.7989
	138-139	26	7	35.90	50.8198	49.6653	49.5696
	139-140	8	3	9.47	11.9761	11.4403	11.2101
29-30	130-131						
	131-132						
	132-133	27	5	32.75	41.2881	39.9471	39.7245
	133-134	29	11	35.18	43.4970	43.1840	42.6769
	134-135	54	17	66.52	84.3948	83.8973	81.9427
	135-136	47	14	53.28	63.6950	62.4645	60.3991
	136-137	49	16	54.26	62.9842	61.9795	60.0846
	137-138	22	6	28.16	37.4126	36.9753	36.0448
	138-139	10	4	11.57	14.6225	14.1401	13.3865
	139-140	21	6	28.53	40.7541	39.4934	38.7600
30-31	131-132						
	132-133	14	6	17.63	23.4537	22.6210	22.2012
	133-134	50	9	57.31	69.0853	66.9683	65.6887
	134-135	27	8	30.19	35.3329	34.7025	33.7568
	135-136	25	5	26.11	28.7673	28.3411	27.2692
	136-137	50	14	47.36	50.6846	47.2627	44.8593
	137-138	7	3	7.02	7.8026	7.3274	7.0400
	138-139	11	4	12.24	16.5780	16.3040	15.9361
	139-140	23	8	34.87	54.2703	53.4299	52.8659
31-32	132-133						
	133-134	27	9	28.69	32.5491	31.2091	30.4857
	134-135	11	4	8.01	7.5659	6.2578	5.8327
	135-136	39	13	31.07	28.9131	26.4197	24.7524
	136-137	41	15	21.42	13.2116	12.3667	11.1906
	139-140	4	2	2.31	1.9233	1.4746	1.3340
32-33	133-134	6	3	3.39	2.4705	2.1262	1.9153
	134-135	43	11	16.82	8.8204	7.4711	6.5793
	135-136	13	6	5.60	3.3200	2.9150	2.4123
	136-137						
	137-138	4	2	1.68	0.7704	0.7092	0.7056
	138-139						
	139-140						
33-34	135-136						
	136-137	6	2	2.76	1.5768	1.5768	1.2696
	137-138	29	8	39.42	56.7400	55.0243	53.5840
	138-139	22	8	23.54	32.8708	31.9726	25.1878
	139-140	27	8	32.64	46.8986	44.2895	39.4581

computed on the variabe x. Variabe x are given by equation $x=\log(y+2)$, where y

1955—season					
$n=\sum_{1}^{m} n_i$	m	$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$	$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} (x_{ij})^2$	$\sum_{i=1}^{m} \frac{(\sum x_{ij})^2}{n_i}$	$\frac{(\sum\sum x_{ij})^2}{mn}$
20	6	21.68	23.9940	23.6214	23.5011
24	6	25.71	29.3343	28.3768	27.5418
4	2	4.26	4.8716	4.8178	4.5369
4	2	5.21	7.1533	7.1520	6.7860
19	5	24.75	33.3425	32.4628	32.2401
9	3	11.19	14.2671	14.1197	13.9129
23	5	26.46	32.2980	31.0601	30.4405
24	9	24.43	26.9441	26.2820	24.8677
10	4	11.92	14.5056	14.4011	14.2086
9	3	11.02	13.7782	13.5616	13.4934
42	10	51.96	65.8930	64.9761	64.2819
90	24	111.53	143.4389	140.2155	138.2104
128	36	160.23	208.5624	203.0484	200.5754
71	20	94.99	130.5833	128.2628	128.0859
46	9	61.40	85.3130	83.5474	81.9557
9	2	3.58	1.6204	1.4297	1.4240
19	7	20.77	23.4621	23.1345	22.7049
37	13	40.86	46.5852	45.5146	45.1227
26	9	28.81	32.7519	32.2963	31.9237
93	25	108.18	130.4148	128.5244	125.8378
84	22	105.04	134.6904	133.3361	131.3500
132	29	168.82	222.5854	218.1749	215.9105
29	8	37.68	50.1752	49.3162	48.9580
10	4	14.31	21.1575	20.9638	20.4776
5	2	2.24	1.4416	1.0765	1.0035
14	5	15.51	18.0709	17.3519	17.1829
9	3	8.10	8.0026	7.4476	7.2900
12	3	12.85	14.3801	13.9674	13.7602
6	3	5.97	6.2469	6.0992	5.9402
12	3	12.95	14.6853	14.2705	13.9752
15	5	22.40	34.6670	33.6908	33.4507
10	3	8.91	9.0617	8.6699	7.9388
19	8	17.14	17.8694	17.4030	15.4621
8	4	6.53	5.7077	5.3941	5.3301
23	5	15.44	12.5154	10.6540	10.3649
6	2	8.65	13.1007	12.7345	12.4704
38	11	15.59	7.5181	6.7936	6.3960
11	4	4.18	1.8004	1.6921	1.5884
33	12	15.71	9.9253	8.4839	7.4789
9	3	11.33	15.3341	14.7401	14.2632
12	5	18.11	27.9193	27.5085	27.3310
7	3	10.42	15.8662	15.8439	15.5109
8	3	6.72	6.3726	6.1969	5.6448

n : number of tuna long-line operations

m : number of fishing trips.

are catch per 1000 hooks.

lat.	longi.	1956－season					
		$n=\sum_{i=1}^{m} x_{ij}$	m	$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$	$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} (x_{ij})^2$	$\sum_{i=1}^{m}\frac{(\sum x_{ij})^2}{n_i}$	$\frac{(\sum\sum x_{ij})^2}{mn}$
26－27	135－136	5	2	3.20	2.3704	2.0510	2.0480
	136－137						
27－28	130－131	45	7	56.51	72.5941	71.2727	70.9640
	131－132	42	10	51.86	66.4062	65.1592	64.0347
	132－133	25	6	31.92	41.8688	41.3427	40.7554
	133－134	16	4	18.60	22.1650	21.8718	21.6225
	134－135	4	2	4.92	6.2050	6.0520	6.0516
	135－136						
	136－137						
	137－138						
	138－139						
	139－140						
28－29	130－131	9	3	11.81	15.7665	15.6844	15.4973
	131－132	24	8	27.99	34.3647	34.1110	32.6433
	132－133	27	8	33.80	43.1640	42.7788	42.3125
	133－134	19	6	22.18	26.1694	25.9333	25.8922
	134－135	28	9	32.68	39.8654	39.2985	38.1422
	135－136	48	13	54.00	62.4834	61.6430	60.7500
	136－137	20	6	23.23	28.0555	27.2705	26.9816
	137－138	19	4	24.69	32.7797	32.4332	32.0840
	138－139	20	3	27.69	39.0869	38.6981	38.3368
	139－140						
29－30	130－131	11	2	3.30	0.9900	0.9900	0.9900
	131－132						
	132－133	12	5	14.10	17.2612	17.0496	16.5675
	133－134	8	2	9.83	12.2643	12.1500	12.0786
	134－135	42	12	46.98	53.7792	53.1040	52.5504
	135－136	210	40	247.40	300.0440	294.6506	291.4607
	136－137	96	25	117.80	149.2984	146.6816	144.5504
	137－138	32	10	41.62	55.6274	54.9736	54.1320
	138－139	5	2	5.87	7.2921	7.2632	6.8913
	139－140						
30－31	131－132						
	132－133						
	133－134						
	134－135	30	9	31.59	34.7199	33.8274	33.2642
	135－136	52	16	61.21	73.4055	72.5213	72.0512
	136－137	12	4	15.32	20.5268	20.0098	19.5585
	137－138	4	2	4.25	4.5637	4.5499	4.5156
	138－139						
	139－140						
31－32	132－133						
	133－134						
	134－135						
	135－136						
	136－137						
	139－140						
32－33	133－134	9	2	2.70	0.8100	0.8100	0.8100
	134－135						
	135－136	8	3	3.06	1.2708	1.2393	1.1704
	136－137	28	12	10.18	4.2484	4.0046	3.7011
	137－138						
	138－139						
	139－140						
33－34	135－136	82	17	24.60	7.3800	7.3800	7.3800
	136－137	85	20	25.68	7.7904	7.7616	7.7583
	137－138						
	138－139						
	139－140						

南海区水産研究所報告

第 7 号

印　刷	昭和33年2月25日
発　行	昭和33年2月28日
編集者	日　笠　七　郎
印刷者	坂　本　重　寿
印刷所	高知印刷株式会社
発行所	南海区水産研究所 高知市桟橋通6丁目 電話　2743番